

Universidad Autónoma de Nuevo León

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IDENTIFICACION Y EVALUACION DE PLAGUICIDAS

EN AGUA DEL DISTRITO DE RIEGO Nro. 004

Del Valle de Culiacán, Sinaloa.

TESIS PRESENTADA POR:

I. C. José Andres Audelo Villegas

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS CON

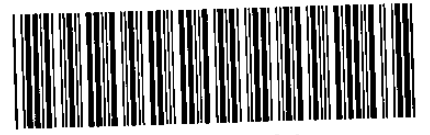
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL

Monterrey Nuevo León.

Noviembre de 1989

TM
Z68
.C5
FIC
198
A9

.CIVIL
.299



1020091194

899



DIRECCION GENERAL DE
ESTUDIOS DE FORTALECIMIENTO

Universidad Autónoma de Nuevo León

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IDENTIFICACION Y EVALUACION DE PLAGUICIDAS

EN AGUA DEL DISTRITO DE RIEGO Nro. 004

Del Valle de Culiacán, Sinaloa.

TESIS PRESENTADA POR:

I. C. José Andres Audelo Villegas

PARA OBTENER EL GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS CON

ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL



FONDO TESIS

Monterrey Nuevo León.

Noviembre de 1989

7



FONDO TESIS

63150

- MI AGRADECIMIENTO -

- AL ING. RICARDO SALGADO GUTIERREZ

POR HABERME CONFERIDO EL HONOR DE ACEPTAR LA DIRECCION Y -
ASESORIA DE ESTA TESIS, POR SU ALTO ESPIRITU DE SERVICIO Y -
MI GRATITUD ESPECIAL POR SU AMISTAD.

- AL ING. ANASTACIO VAZQUEZ VAZQUEZ

JEFE DE LA DIVISION DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIER
RIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, POR --
LAS FINAS DEFERENCIAS QUE SIEMPRE ME BRINDO DURANTE MI ES-
TANCIA EN LA DIVISION.

- AL DR. JOSE RODRIGUEZ ABSI

GERENTE DE LA COMISION DE INVESTIGACION Y DEFENSA DE LAS -
HORTALIZAS DE CAADES, POR SU BUENA DISPOSICION Y APOYO ---
PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

- A LA PLANTA DE PROFESORES DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA AMBIENT
TAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTON
NOMA DE NUEVO LEON

POR SU ENCOMIABLE LABOR DOCENTE Y CONFIANZA DEPOSITADA EN
MI AL BRINDARME SUS CONOCIMIENTOS EN EL AULA Y FUERA DE --
ELLA.

- A MIS COMPAÑEROS DE BATALLA DE LA MAESTRIA

POR SU AMISTAD, DE LA QUE DISFRUTE EN TODO MOMENTO.

- A LA SRA. JOSEFINA ESQUIVEL

POR SU AMPLIA COLABORACION Y AYUDA PROPORCIONADAS DURANTE
MIS ESTUDIOS.

- A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA

POR HABERME BRINDADO LA OPORTUNIDAD DE SUPERARME, REAFIRMANDO ASI SU AMPLIA DISPOSICION DE PROMOVER Y APOYAR A SU PERSONAL ACADEMICO.

- AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT)

POR HABERME DISTINGUIDO CON UNA BECA ACADEMICA PARA SOSTENER EL COSTO DE MIS ESTUDIOS.

- AL EQUIPO DEL LABORATORIO DE RESIDUOS TOXICOS DE CAADES

QFB. PEDRO DE J. BASTIDAS BASTIDAS

QFB. MARIA ELENA ALARCON AYALA

QFB. CLAUDIA OLMEDA RUBIO

QFB. VICTORIA GODOY JIMENEZ

SR. NORBERTO BARRERAS RUBIO

QUE HICIERON POSIBLE LA EJECUCION DE ESTA INVESTIGACION.

- AL SR. JOSE CABRALES

ENCARGADO DE LA BIBLIOTECA DE TOXICOLOGIA DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, POR LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA EL ACCESO AL ACERVO BIBLIOGRAFICO.

- Y MI ESPECIAL AGRADECIMIENTO A IRMA MI ESPOSA, POR SU PACIENCIA Y GRAN AYUDA AL MECANOGRAFIAR EL PRESENTE TRABAJO.

D E D I C A T O R I A

- A LA MEMORIA DE LUIS FERNANDO Y DE MI PADRE
POR SU EJEMPLO QUE SE MANTIENE VIVO, MI RESPETO.

- A MI MADRE, MI MAYOR RECONOCIMIENTO
POR SU SACRIFICIO Y ABNEGACION.

- A MI ESPOSA, MI MAS INMENSO AMOR
POR SU COMPRESION Y APOYO ILIMITADOS A LO LARGO DE MI
CARRERA.

- A MIS HIJOS

IRMA ANDRESSA
EUGUED MARCEL
MARCELA CRISTINA

CON TODO CARIÑO, POR SER PARTE FUNDAMENTAL EN MI VIDA.

- A EDITH GARZA CANTU
MI MAS GRANDE AFECTO.

- A MIS HERMANOS Y DEMAS FAMILIARES.

- A MIS TIAS SOCORRO, OLGA Y JUANIS.

- A MIS AMIGOS.

I N D I C E

. RESUMEN

CAPITULO I

| | PAGINA |
|--------------------------|--------|
| . INTRODUCCION - - - - - | 1 |

CAPITULO II (FASE TEORICA)

| | |
|---|----|
| . Historia de los plaguicidas- - - - - | 2 |
| . Importancia del uso de los plaguicidas - - - - - | 7 |
| . Clasificación de los plaguicidas - - - - - | 10 |
| . Introducción de los plaguicidas al ambiente- - - - - | 12 |
| . Movimiento de los plaguicidas en el ambiente - - - - - | 13 |
| . Persistencia de los plaguicidas en el ambiente - - - - - | 15 |
| . Toxicología y peligros inherentes a la manipulación de los plaguicidas- - - - - | 21 |
| . Características generales de los plaguicidas | |
| Organoclorados y Organofosforados- - - - - | 24 |
| . Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente marino- - - - - | 30 |
| . Efectos de los plaguicidas sobre la salud- - - - - | 33 |

CAPITULO III

| | |
|--|----|
| . Localización del area de estudio - - - - - | 37 |
|--|----|

CAPITULO IV

| | |
|--|----|
| . Objetivo de la investigación - - - - - | 40 |
|--|----|

CAPITULO V (FASE ESPERIMENTAL) .

| | |
|--|----|
| 1) MATERIAL Y EQUIPO - - - - - | 41 |
| Material y equipo para la extracción- - - - - | 41 |
| Material y equipo para la cromatografía de gases- - - - - | 42 |
| Equipo adicional- - - - - | 42 |
| 2) PREIARACION DLL MATERIAL Y REACTIVOS- - - - - | 43 |
| 3) METODOLOGIA - - - - - | 45 |
| Muestreo y conservación de las muestras - - - - - | 45 |
| Técnica de análisis de plaguicidas- - - - - | 45 |
| Método de extracción de residuos de plaguicidas en agua- - - - - | 46 |

| | PAGINA |
|--|--------|
| Cromatografía de gases- - - - - | 47 |
| Descripción del cromatógrafo de gases - - - - - | 51 |
| Proceso del análisis de cromatografía - - - - - | 54 |
| . ANALISIS DE CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO- - - - - | 55 |
| Análisis cualitativo- - - - - | 55 |
| Análisis cuantitativo - - - - - | 56 |
| Pruebas de confirmación - - - - - | 57 |
| Análisis en blanco- - - - - | 58 |
| Análisis de recuperación- - - - - | 58 |
| Análisis por duplicado- - - - - | 58 |

CAPITULO VI

| | |
|--|----|
| . RESULTADOS Y DISCUSION - - - - - | 61 |
| Características particulares de los plaguicidas detectados- - - - - | 78 |

CAPITULO VII

| | |
|--|----|
| . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - - - - - | 83 |
|--|----|

CAPITULO VIII

| | |
|------------------------------------|----|
| . BIBLIOGRAFIA CONSULTADA- - - - - | 87 |
|------------------------------------|----|

INDICE DE TABLAS

| TABLA | TITULO | PAGINA |
|-------|---|--------|
| 1.- | Historia del desarrollo y uso de insecticidas - - - | 5 |
| 2.- | Cuadro básico de plaguicidas- - - - - | 8 |
| 3.- | Clasificación toxicológica de los plaguicidas - - - | 12 |
| 4.- | Persistencia de compuestos en agua de río en términos de porcentajes de recuperación- - - - - | 19 |
| 5.- | Nomenclatura y estructura de plaguicidas- - - - - | 26 |
| 6.- | Efectos de algunos plaguicidas en animales silvestres y acuáticos- - - - - | 32 |
| 7.- | Esquema general de síntomas observados por intoxicación con plaguicidas- - - - - | 36 |
| 8.- | Desarrollo del campo de la cromatografía- - - - - | 49 |
| 9.- | Condiciones de operación para la cromatografía gas-líquido - - - - - | 59 |
| 10.- | Tiempos de retención de plaguicidas - - - - - | 60 |
| 11.- | Resultados del análisis cualitativo - - - - - | 68 |
| 12.- | Resultados del análisis cuantitativo - - - - - | 72 |
| 13.- | Número de muestras con concentraciones superiores a los límites permisibles - - - - - | 73 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PAGINA |
|--------|--|
| 1.- | Movimiento de los plaguicidas en el ambiente- - - - 14 |
| 2.- | Efecto acumulativo de una sustancia no degradable - 17 |
| 3.- | Esquema de la cadena alimenticia- - - - - 18 |
| 4.- | Efectos de toxafeno sobre ostiones de 4 cm. - - - - 31 |
| 5.- | Localización del área de estudio- - - - - 38 |
| 5'- | Localización de las estaciones de muestreo- - - - - 39 |
| 6.- | Cromatógrafo de gases - - - - - 52 |
| 7.- | Análisis cualitativo. Identificación de picos - - - 65 |
| 8.- | Variabilidad de los plaguicidas en el tiempo- - - - 74 |

S I M B O L O G I A

| | | |
|------|---|--------------------|
| ACE | = | ACEFATE |
| BHC | = | HEXA-CLORO-BENCENO |
| CLO | = | CLORPIRIFOS |
| DIA | = | DIAZINON |
| DIM | = | DIMETOATO |
| ENDO | = | ENDOSULFAN |
| END | = | ENDRIN |
| ET1 | = | ETION |
| MAL | = | MALATTION |
| MET | = | METAMIDOFOS |
| NAL | = | NALED |
| OME | = | OMETOATO |
| PAME | = | PARATION METILICO |

R E S U M E N

El presente trabajo se llevó a cabo con la finalidad de evaluar las concentraciones de residuos de plaguicidas en agua del Distrito de Riego No. 004 de Culiacán, Sinaloa.

En este estudio se analizaron plaguicidas organoclorados y organofosforados, por ser los que ocupan los primeros lugares en orden de importancia debido a su uso.

El muestreo se llevó a cabo cada semana, durante el ciclo agrícola primavera-verano, es decir, del 7 de Abril al 22 de Septiembre de año de 1989.

Las muestras fueron tomadas de la superficie de los canales y del Río Culiacán, en cuatro estaciones de muestreo ubicadas con base a un estudio previo, para localizar los puntos más óptimos.

Los análisis fueron practicados en el Laboratorio de Residuos Tóxicos de CAADES de Culiacán, Sinaloa.

Los métodos utilizados para el análisis de los residuos, fueron el Método Modificado de Fritz para la extracción de éstos y para la identificación y cuantificación, se utilizó la técnica de cromatografía de gas-líquido, auxiliándose con la técnica de elusión.

Se detectaron residuos de plaguicidas, siendo 10 de ellos organofosforados y 3 organoclorados.

Se analizaron 100 muestras, siendo el 95% de ellas positivas.

Se encontraron compuestos que están totalmente prohibidos tanto por la OMS como por la EPA, como son: Endrin, BHC, Endosulfan, Paration Metilico; ubicando a los dos últimos dentro de la clasificación de la "docena sucia" según la OMS.

Se señalan las concentraciones máxima y mínima, así como la --promedio de cada uno de los compuestos detectados.

Unicamente se hace referencia a los compuestos organoclorados al hacer las comparaciones según las normas de EPA para cada compuesto, ya que no fué posible ubicar en la literatura e información consultada, ningún dato que mencionara los niveles máximos permisibles para los organofosforados.

Se encontró que el Endosulfan, BHC y Endrin, superan los límites establecidos por EPA.

CAPITULO I

INTRODUCCION.-

Sinaloa, es uno de los Estados de la República Mexicana mejor dotado de tierras fértiles y recursos hidráulicos, además de poseer una gran faja costera. Es por lo tanto un Estado eminentemente --- agrícola por su gran extensión de tierras cultivables; y, que para salvar las cosechas y aumentar la productividad, es necesario el -- uso de compuestos agroquímicos llamados PLAGUICIDAS.

El término plaguicida, se refiere a toda sustancia química, -- natural o sintética diseñada para la destrucción o control de la -- vida animal o vegetal que se considera dañina o adversa a los cultivos agrícolas, al ganado, al hombre y consecuentemente al ambiente.

El empleo masivo de plaguicidas en las dos últimas décadas, ha traído como consecuencia un incremento de la población humana, así como, una optimización de los recursos agrícolas. Lo anterior ha -- conducido a un mayor énfasis en la posibilidad de una severa contaminación ambiental surgida por su uso.

La liberación de los plaguicidas al ambiente, presenta un daño inherente para muchos organismos (no solo los que se pretende eliminar). Se ha observado que muchos de los productos agroquímicos después de cumplir su objetivo fundamental que es el de eliminar las plagas dañinas, poseen una persistencia muy prolongada, por lo que lleva consigo efectos secundarios, alterándose de esta forma el --- equilibrio del ambiente, ya sea en el agua, aire y suelo, causando en última instancia problemas graves al ser humano. Por lo anterior mente citado, y por otros muchos riesgos para la salud pública que puedan derivarse de los altos niveles de residuos de plaguicidas, -- se consideró de suma importancia efectuar la presente investigación con la finalidad de conocer los índices de contaminación causada -- por dichas sustancias en las aguas del Distrito de Riego No. 004, -- del Valle de Culiacán, Sinaloa, México.

CAPITULO II

HISTORIA DE LOS PLAGUICIDAS.-

El hombre en su constante lucha contra los insectos nocivos, se preocupó demasiado por controlarlos, olvidándose un poco de que todo en la naturaleza guarda un equilibrio constante, un equilibrio admirable. (1)

El primer insecticida orgánico sintético que se ofreció al público fue un compuesto constituido de Thiocyanatos y dinitros. (Murphy y Peck 1932).

Aunque antes ya se habían utilizado sustancias arsenicales e insecticidas botánicos. Sin embargo, el descubrimiento más significativo en este campo y que inició la proliferación de nuevos insecticidas sintéticos fue el Difenildicloro etano (DDT), el cual fue sintetizado por Zeidler en 1874, pero sus propiedades insecticidas fueron descubiertas hasta 1939 por el suizo Paul Müller. (1,5)

Se ha calculado en base a la cantidad del insecticida DDT que se ha arrojado a la naturaleza hasta el año de 1980, que aproximadamente dentro de 10 años, todo el DDT estará concentrado en el género humano. Debido a que todo en la naturaleza es movimiento, se ha detectado la acumulación de este compuesto organoclorado en las focas y pingüinos en el Antártico. (1)

Los plaguicidas se han venido usando con intensidad variable desde 1850, pero un poco antes de 1940 se usaron en cantidades relativamente pequeñas, que no causaron efectos perniciosos detectables. Se utilizaron a menudo productos naturales con principios activos como la nicotina, la peretrina y la rotenona, que aún son utilizados en la actualidad. (1,2,5)

A partir de 1940, el desarrollo de numerosos compuestos orgánicos sintéticos cambió completamente las bases y la operación del control de los plaguicidas, originándose a partir de 1960, muchas dudas sobre el efecto de los plaguicidas sobre el ambiente. (2,3)

En el año de 1944, el alemán Gerhard Schrader, se convirtió en el pionero en el uso de los insecticidas organofosforados. Entre estos compuestos destacan el Parathion, Malathion, Diazinon, etc.

En el año de 1947, fueron desarrollados por primera vez los insecticidas llamados Carbamatos, por la compañía Geigy. (5)

La tabla No. 1 muestra la historia del desarrollo y uso de los insecticidas. Raquel Carson en su libro "Silent Spring", en 1963 -- fue de los primeros en resaltar los peligros de la contaminación -- con plaguicidas, lo que motivó a exhaustivas investigaciones sobre estos efectos. (2)

En el año de 1954, varias comunidades de Illinois oriental fueron rociadas desde el aire grandes cantidades de DDT, en un intento de detener el avance hacia oeste del escarabajo japonés. El resultado fue que muchas especies de aves fueron aniquiladas por completo en la región rociada, las ardillas del suelo fueron casi erradicadas, 90 por 100 de los gatos de las granjas perecieron, murieron algunos corderos, los conejos y faisanes fueron envenenados. Cabe mencionar que el escarabajo prosiguió su avance hacia oeste. La tabla No. 2, muestra los efectos de algunos plaguicidas en animales silvestres y acuáticos.

Otro aspecto importante en relación al uso del DDT y otros dos hidrocarburos clorados que fueron utilizados para combatir una plaga en un valle de Perú, originó que al inicio aumentara la producción de algodón de 48 a 700 kg. por hectárea. Pero, un año después cayó precipitadamente a 380 Kg. por hectárea, o sea prácticamente 100 Kg. menos que antes de introducir los insecticidas. (36)

A finales de 1954 y a principios de 1958 y dentro del programa de erradicación de la malaria en México con DDT, se observaron consecuencias desastrosas en los campesinos y niños en edad escolar. Se pudo apreciar un 70 a 75% de niños con conjuntivitis; a los campesinos se les observó una palidez muy marcada, se quejaban de que en algunos días llegaba a hipodermia y que con marcada frecuencia presentaban epistaxis. Pruebas de funcionamiento hepático y biometrías hemáticas practicadas a trabajadores rurales reportaron: Anemias marcadas e ictericia hepáticas. (1)

Se tienen antecedentes que los compuestos organoclorados como el DDT, ALDRIN, DENDRIN, etc., se acumulan en el tejido adiposo, ya se ha demostrado la presencia del DDT en la leche materna, que tie-

ne un cierto contenido de grasa (2 a 6%). (1)

El efecto de la acumulación constante del compuesto en el tejido animal podría ir desde un grado imperceptible a un grado lesastroso.

Se ha encontrado que el promedio de los americanos tiene una concentración de 12 ppm de DDT en su tejido graso. Fué esta la razón que en 1972, los EUA prohibieron por primera vez su uso. (2,36)

En la actualidad no existen datos científicos que informen sobre alguna posibilidad de degradación de este compuesto sintetizado por el hombre; aunque de acuerdo a los patrones naturales de transferencia de energía se esté produciendo una degradación tan lenta que no ha sido posible medirla.

En estudios realizados por Weaver en 1965 encontró concentraciones de hasta 0.000023 ppm en agua potable, de seis compuestos combinados: como Aldrin, Dieldrin, Endrin, DDT, DDF, DDD; y si se considera que cada persona bebe por lo menos 2 litros de agua, se asume entonces que cada persona ingiere 0.000046 mg de estas insecticidas por día. (6)

TABLA No. 1.- HISTORIA DEL DESARROLLO Y USO DE INSECTICIDAS. (5)

| AÑO | PRODUCTO | LUGAR | OBSERVACION | |
|------|---|---------------------|-----------------------------------|--|
| 900 | ARSENITAS | CHINA | ERA DE PRODUCTOS NATURALES. | |
| 1670 | TABACO | EUROPA | | |
| 1787 | JABONES | EUROPA | | |
| 1800 | PIRETROIDES | CAUCASO | | |
| 1845 | INORGANICOS FOSFORADOS | ALEMANIA | | |
| 1848 | POLVORA | MALAYA | | |
| 1854 | CS ₂ PARA FUMIGACION | FRANCIA | | ERA DE FUMIGANTES, INORGANICOS Y PRODUCTOS DEL PETROLEO. |
| 1867 | VERDE DE PARIS | E.U.A. | | |
| 1868 | PRODUCTOS DE PETROLEO | E.U.A. | | |
| 1874 | DDT SINTETIZADO | (ZEIDLER) | | |
| 1877 | HON COMO AGENTE FUMIGANTE. | | | |
| 1880 | SULFURO DE CALCIO | E.U.A. | | |
| 1883 | | | | |
| 1886 | RESINA DE PINO | | | |
| 1892 | ARSENATO DE PLOMO | E.U.A. | | |
| 1918 | CLOROPICRIN | FRANCIA | INSECTICIDAS SINTETICOS MODERNOS. | |
| 1925 | COMPUESTOS DINITROS | | | |
| 1932 | BROMURO DE METILO | FRANCIA | | |
| 1932 | TIOCIANATOS | | | |
| 1939 | PROPIEDADES INSECTICIDAS DEL DDT DESCUBIERTAS POR MULLER. | | | |
| 1941 | BHC | FRANCIA | | |
| 1942 | BHC | REINO UNIDO | | |
| 1944 | PARATHION | ALEMANIA (SCHRADER) | | |

CONTINUA TABLA No. 1.-

| AÑO | PRODUCTO | LUGAR | OBSERVACION |
|---------|---|---|----------------------|
| 1940-50 | ALDRIN, DIELDRIN, ENDRIN, ETC. | E.U.A. | |
| 1945 | CLORDANO. | ALEMANIA- E.U.A. (REIMSCHNEI DER-HAYMAN) | |
| 1947 | DESARROLLO DE LOS IN SECTICIDAS CARBAMATOS, GLIGY, SUIZA (DIMETAN, PYROLAN, ISOLAN). | | |
| 1950 | EPN (DUPONT). | | |
| 1952 | MALATION. | | |
| 1953 | LIDOV: ALDRIN, DIEL-- DRIN. | SHELL | |
| 1958 | SEVIN (CARBARYL). | UNION CARBI DE, E.U.A. | |
| 1962 | APARECE SILENT SPRING DE RAQUEL CARSON. | E.U.A. | |
| 1967 | PRIMEROS INSECTICIDAS HORMONALES. | E.U.A. | HORMONAS Y FEROMONAS |
| 1970 | INICIO DE PRUEBAS DEL DDT. | E.U.A. SUECIA | |

IMPORTANCIA DEL USO DE LOS PLAGUICIDAS. (22)

Según estadísticas de la FAO*, dos tercios de la humanidad esta subalimentada. La dieta adecuada por persona/día es de 2400-2700 calorías y 65 gr. de proteínas de buen valor biológico; sin embargo estas cifras están lejos de alcanzarse en muchas regiones del planeta. El aumento de la producción agrícola es por tanto de necesidad perentoria, para ello se trata de aumentar el área cultivada y el rendimiento de las explotaciones.

Existen varios métodos para aumentar la productividad de las explotaciones agrícolas, tales como el aumento de la fertilidad del suelo, selección de semillas, riego, etc., pero entre todos, la lucha contra las plagas es la de mayor importancia.

Las pérdidas causadas por las plagas son muy elevadas, pero la utilización de plaguicidas reduce estas pérdidas progresivamente, por ejemplo, en cosechas de patatas atacadas por más de doscientos tipos de insectos y agentes patógenos, la utilización de insecticidas y fungicidas hizo aumentar la producción en más del 90% en un período de 10 años. Beneficios análogos produce el uso de los plaguicidas que combaten los parásitos de los animales.

Aparte del aumento de los rendimientos, tiene gran importancia económica la disminución de las grandes fluctuaciones de las cosechas debido a las plagas, y el ahorro de la mano de obra debido al uso de herbicidas. Frente a estas ventajas deben tenerse en consideración los peligros de intoxicación y los desequilibrios biológicos que pueden ser provocados, pero en la actualidad la humanidad no podría prescindir del uso de los plaguicidas, puesto que ello supondría la aparición del hambre en extensas regiones.

* FAO = ORGANIZACION MUNDIAL PARA LA ATENCION DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

TABLA No. 2.- CUADRO BASICO DE PLAGUICIDAS Y OTROS AGROQUIMICOS UTILIZADOS EN LOS CULTIVOS DE PRIMAVERA-VERANO CICLO AGRICOLA 1989-89.

| CULTIVO | PLAGAS Y ENFERMEDADES | PLAGUICIDAS | DOSIS/HA. | | |
|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|--------------|--|
| SORGO | GUSANO TROZADOR | TRICLORFOM | 1 Kg. | | |
| | GRILLO | HEPTACLORO 2.5% | 12-15 Kg. | | |
| | HORMIGAS | FOXIM 2.5% | 12-15 Kg. | | |
| | CHAPULIN | PARATION 2% | 12-15 Kg. | | |
| | G. COGOLLERO | | TRIAZOFOS | 1.5 Lts. | |
| | | | CYPERMETRINA 200% | 400-500 C.C. | |
| | | | CARBARYL 5% | 8.12 Kg. | |
| | | | CLOPIRIFOS 0.8% | 0.1 Lts. | |
| | | | PERMETRINA 4% | 10-12 Kg. | |
| | | | CARBARYL 80% | 1-1.5 Kg. | |
| | | | PERMETRINA 340 | 400-500 C.C. | |
| | | | CLOPIRIFOS 40.8% | 0.5 Lts. | |
| | | | CARBARYL 80% | 1-1.5 Kg. | |
| | | | PERMETRINA 340 CE | 250-300 C.C. | |
| | PULGON | | PIRIMICARB | 300-400 Kg. | |
| | | | DELTAMETRINA | 250-300 C.C. | |
| | | | METAMIDOFOS + | 2 Lts. | |
| P. ETILICO CYFLUTRIN | | | 750 C.C. | | |
| PERMETRINA 340 | | | 500 C.C. | | |
| CYPERMETRINA 200 | | | 500 C.C. | | |
| ENDOSULFAN 35% | | | 1.5-2.0 Lts. | | |
| OMETOATO | | | 0.5-0.75 Lts. | | |
| PARATION M. | | | 1.0-1.5 Lts. | | |
| ACFATE | | | 0.75-1.0 Lts. | | |
| TRIPS | | PERMEVIN 300 | 2.0-3.0 Lts. | | |
| | | DELTAMETRINA | 500 C.C. | | |
| | | MONOCROTOFOS | 1.0-1.5 Lts. | | |
| | | METAMIDOFOS | 1.0-2.0 Lts. | | |
| | | METOMIL | 0.3-0.4 Kg. | | |
| | | PARATION M72 | 1.0-1.5 Lts. | | |
| | | PARATION E50 | 1.0-1.5 Lts. | | |
| | | THIODICARB | 1.0-1.3 Lts. | | |
| | | BACILLUS THURINGIENSIS | PA 3.2 1 Kg. | | |
| | | TRETOX | 2.5 Lts. | | |
| DIABROTICAS | | TRIFLURALINA | 2.5 Lts. | | |
| | | BENTAZON | 2.5 Lts. | | |
| | | SETOXIDIM | 1.5-2.0 Lts. | | |
| | | FLUAZIFOP-BUTIL | 1.0-1.5 Lts. | | |
| | | PARATION 720% | 1.0 Lts. | | |
| | | CARBARYL 80% | 1.0 Kg. | | |
| | | MALATION 60% | 1.0 Lts. | | |
| | | ETHION 500 | 1.25 Lts. | | |
| | | CHINCHES | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| GUSANO FALSO MEDIDOR | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| GUSANO SOLDADO | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| GUSANO PELUDO | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| GUSANO SALTARIN | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| GUSANO TERCIOPELO | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SOYA | MALLZA HOJA ANCHA | | | | |
| | HOJA ANGOSTA | | | | |
| ARROZ | CHINCHE CATE | | | | |
| | DIABROTICAS | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| CULTIVO | PLAGAS Y ENFERMEDADES | PLAGUICIDAS | DOSIS/HA. |
|------------------------------|--|-------------------------|--------------|
| MAIZ | MALEZAS DE HOJAS ANCHA Y ANGOSTA | OXADIAZON 25 | 3.4 Lts. |
| | | PENDIMETALIN | 3.4 Lts. |
| | | TIOBENCARBO | 3.4 Lts. |
| | | MULINATE + PROPANIL | 0.6 Lts. |
| | | OXADIAZON + TIOBENCARBO | 2.3 Lts. |
| | | PROPANIL | 7.9 Lts. |
| | | 2-4-D AMINA | 1.2 Lts. |
| | | BENTAZON | 1.5-2.0 Lts. |
| | | FENOXAPROP-ETIL | 1.5 Lts. |
| | | ORDRAM | 5.6 Lts. |
| | DIABROTICA (LARVA) GUSANO DE ALAMBRE GALLINA CIEGA GUSANO TROZADOR GRILLOS HORMIGA CHAPULIN G. COGOLLERO PULGON TRIPS | FURADAN 300 TS. | 1.0 Lts. |
| | | THIODICARB TS. | 3.4 Lts. |
| | | CYPERMETRINA 200 | 0.5 Lts. |
| | | FOXIN 2.5 | 12-15 Kg. |
| | | PARATION 2% | 12-15 Kg. |
| | | TRIAZOFOS | 1.5 Lts. |
| | | PERMETRINA 340 | 0.3-0.5 Lts. |
| | | CYPERMETRINA 200 | 0.3-0.5 Lts. |
| | | DELTAMETRINA 2.5 | 0.3-0.5 Lts. |
| | | CARBARYL 5% | 10-12 Kg. |
| GUSANO ELOTERO | CLORPIRIFOS 40 | 1.0-1.5 Lts. | |
| | PERMETRINA 4% | 10-12 Kg. | |
| | DIMETOATO 40 | 0.5 Lts. | |
| | PERMETRINA 340 | 0.3-0.5 Lts. | |
| | CYPERMETRINA | 0.3-0.5 Lts. | |
| | DELTAMETRINA | 0.3-0.5 Lts. | |
| | PIRIMICARB | 0.3-0.5 Lts. | |
| | LAUBDA CYHALOTRINA | 0.3-0.5 Lts. | |
| | PERMVIN 300% | 2.0-2.15 Lts. | |
| | CLORPIRIFOS 40 | 1.0-1.5 Lts. | |
| MALEZAS HOJA ANCHA Y ANGOSTA | 2-4D AMINA | 1.0-2.0 Lts. | |
| | ATRAZINA | 2.0-5.0 Kg. | |
| AJONJOLI | GUSANO TROZADOR GUSANO SOLDADO | ERRADICANE | 2.0-3.0 Kg. |
| | | FOXIN | 12-15 Kg. |
| | | PARATION 2% | 12-15 Kg. |
| | | DELTAMETRINA 2.5 | 0.3-0.5 Lts. |
| | | | |

FUENTE: Subjefatura de Distrito de Fomento, Protección Agropecuaria - y Forestal del Distrito de Riego No. 004 Culiacán, Sinaloa.

CLASIFICACION DE LOS PLAGUICIDAS.- (3,5,13,14,16)

Según su origen, los plaguicidas se clasifican en naturales y sintéticos, o bien considerando su naturaleza química, en orgánicos e inorgánicos, y combinando a ambas formas se pueden clasificar en compuestos orgánicos naturales y sintéticos, y en compuestos inorgánicos naturales y sintéticos.

De acuerdo a su uso y tipo de plaga que se pretende eliminar, se tiene la siguiente clasificación. (16,17)

| | | |
|-------------------------|---|------------------------------|
| Herbicidas | | selectivo para hierbas malas |
| Insecticidas-Acaricidas | " | " insectos-ácaros |
| Rodenticidas | " | " roedores |
| Fungicidas | " | " hongos fitopatógenos |
| Molusquicidas | " | " moluscos |
| Bactericidas | " | " bacterias |
| Nematicidas | " | " nemátodos |

De acuerdo a su estructura química, también es posible clasificar a los plaguicidas de la siguiente forma:

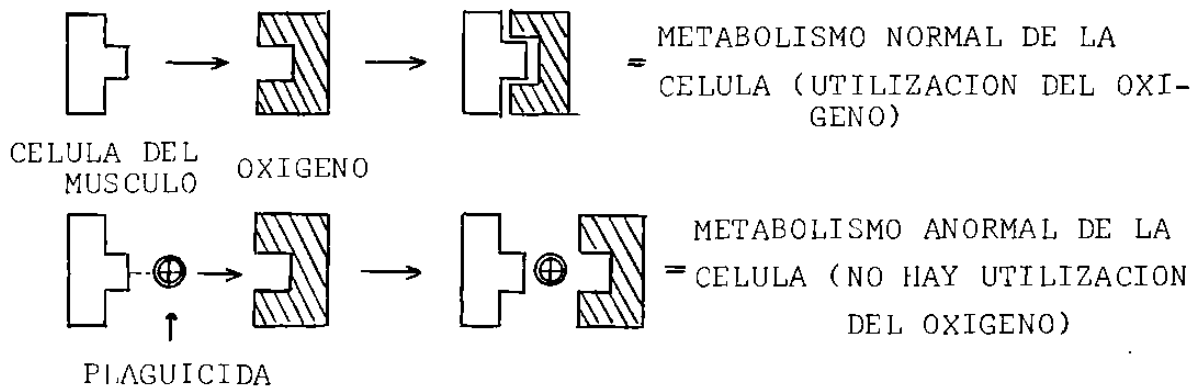
- a) Compuestos Organoclorados
- b) Compuestos Organofosforados
- c) Compuestos Carbamátos
- d) Compuestos Arsenicales
- e) Otros

Actualmente los plaguicidas más utilizados son los sintéticos de carácter orgánico, dentro de los cuales se ubican los organoclorados y organofosforados.

También es posible hacer una clasificación de estos compuestos en base al tipo de acción bioquímica.

En esta clasificación, se establece el método por el cual el plaguicida interfiere con el sistema vital del organismo conocido como tipo de acción; aunque es importante observar que el tipo de acción de algunos plaguicidas es aún un misterio para los científicos.

- . Plaguicidas con tipo de acción físico (sofocación, deshidratación).
- . Plaguicidas con tipo de acción respiratorio.
Bajo condiciones normales, las células nerviosas y los ----
músculos de un organismo utilizan oxígeno durante el metabo-
lismo de las células. Este intercambio de gases es esencial
para el funcionamiento adecuado de las células.



- . Plaguicidas con tipo de acción protoplasmático. Inhiben el proceso vital llamado metabilismo de proteínas.
Este proceso proporciona la función adecuada de las células y el crecimiento del organismo.
- . Plaguicidas con tipo de acción nervioso.

Los plaguicidas también se pueden clasificar en dos grandes - grupos: Plaguicidas de contacto o no sistémicos, y plaguicidas -- sistémicos o de penetración.

Hasta aquí se ha observado que existen varios esquemas para -

la clasificación de los plaguicidas. Los científicos han utilizado un enfoque práctico de seguridad, clasificando a éstos en términos de toxicidad (LD_{50} y LC_{50}), de acuerdo con la siguiente tabla.(15)

TABLA No. 3.- CLASIFICACION TOXICOLOGIA DE LOS PLAGUICIDAS.(15,41)

| CLASE-SIGNIFICADO | PALABRA CLAVE EN ETIQUETA | ORAL LD_{50} (Mg/Kg) | DERMAL LD_{50} (Mg/Kg) | INHALACION LC_{50} (g/L) | DOSIS ORAL LETAL PARA UN HOMBRE DE 150 Lbs. |
|-------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|---|
| I ALTAMENTE TOXICOS | PELIGRO VENENO | 0 - 50 | 0 - 200 | 0 - 2000 | Unas gotas a una cucharadita |
| II MODERADAMENTE TOXICO | ADVERTENCIA | 50-500 | 200-2000 | 2000-20000 | Una cucharadita a una onza |
| III LIGERAMENTE TOXICO | PRECAUCION | 500-5000 | 2000-20000 | 20000 + | Una onza a una libra |
| IV RELATIVAMENTE NO TOXICO | | 5000 + | 20000 + | | Más de una libra |

INTRODUCCION DE LOS PLAGUICIDAS AL AMBIENTE. (8,20)

La introducción del plaguicida al ambiente puede ser debido a: aplicación intencional por control de plagas o debida a contaminación accidental, siendo ésta última la más frecuente.

- a).- Aplicación intencional o directa.- Esta ocurre cuando se utiliza el plaguicida en animales, campos, suelos, agua y domésticamente.
- b).- Contaminación accidental o indirecta.- Esta puede ser de varios tipos.
 - 1.- Desechos industriales descargados al agua, suelo y --- aire:

- . Fabrica de plaguicidas.
- . Desechos de industrias alimentarias.
- 2.- Corrientes de aire, nevadas, lluvia, agua.
- 3.- Descarga de limpieza de tanques rociadores hacia el agua y suelos.
- 4.- Aguas negras de casas habitación.
- 5.- Distribución de basura.

Luego de su entrada al ambiente por cualquiera de estas vías, los plaguicidas se distribuyen en él y, al mismo tiempo, se modifican por efecto de los factores biológicos y físicos.

En el agua podemos considerar que las principales fuentes de contaminación por plaguicidas, son los escurrimientos de tierras tratadas, descargas industriales y domésticas.

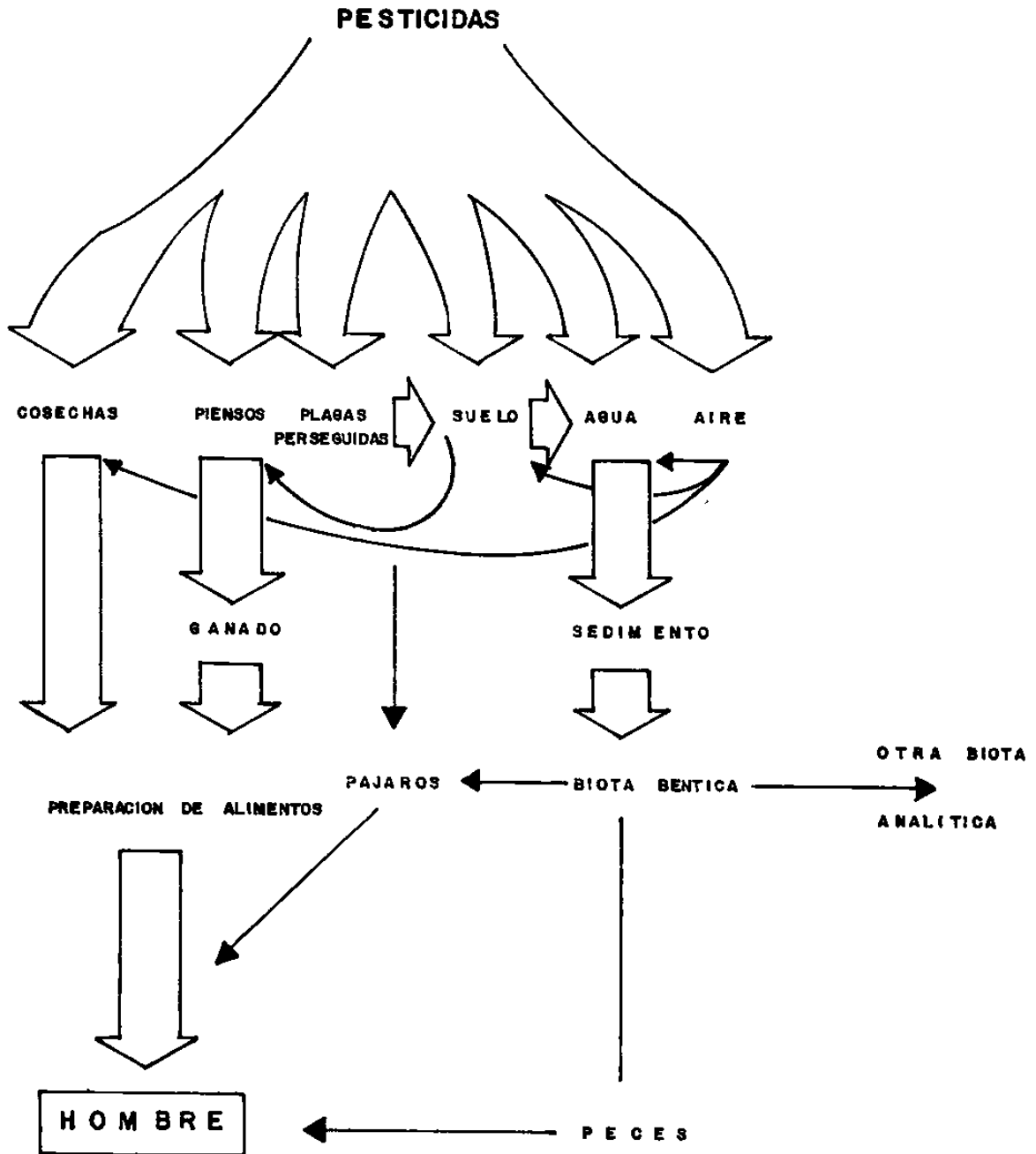
MOVIMIENTO DE LOS PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE. (2,19)

El movimiento de los plaguicidas en los diferentes ecosistemas complica aún más el problema de contaminación generada por éstos, ya que no permanecen estáticos en el sitio de aplicación sino, por el contrario, tienen una estrecha y dinámica relación con el ambiente, obteniendo diversos resultados de ésta. Así actúan sobre los sistemas biológicos (acción toxicológica) y, al mismo tiempo, son afectados por estos sistemas (metabolismo), y por factores físicos como tipo de terreno, humedad, luz solar, PH, etc.

En la figura 1 se esquematiza un ejemplo del movimiento de los plaguicidas en el ambiente. Se puede observar también, la repercusión global que tienen la aplicación de los plaguicidas en un ecosistema en particular y, además explicar el hecho de que se encuentran este tipo de sustancias en lugares donde nunca se han aplicado debido a que recorren grandes distancias al ser arrastradas por las corrientes de aire o agua; además son capaces de pasar de un organismo a otro en la cadena alimenticia, empezando por el

FIGURA - I

MOVIMIENTO DE PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE



primer estrato biótico que son los vegetales, hasta llegar al vértice de esta pirámide, en donde indiscutiblemente en su cúspide situamos al hombre.

PERSISTENCIA DE LOS PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE. (3,4,21)

Como ya se indicó, sobre los plaguicidas actúan factores biológicos y físicos que tienden a degradarlos o a modificarlos.

La persistencia de un plaguicida en el ambiente es una de las características de mayor importancia, después de que ha cumplido -- con su objetivo.

Se considera que un plaguicida tiene persistencia indebida si perdura después de que ha cumplido el objetivo para el cual se ---- aplicó.

Se puede clasificar a los plaguicidas según su persistencia -- en:

- . No persistentes.- Si se degradan totalmente en algunos días.
- . Moderadamente persistentes.- Si se degradan en algunas semanas o en 2 0 3 meses.
- . Persistentes.- Si su degradación media es lenta y su vida -- media es de 1 a 10 años.
- . Permanentes.- Si se acumulan y no reaccionan, lo que trae -- como consecuencia que no se degraden (por ejemplo, los pla-- guicidas que contienen metales pesados).

Los factores que afectan la persistencia de un plaguicida son intrínsecos y extrínsecos.

Los intrínsecos son los inherentes a cada plaguicida en particular, por ejemplo:

- . Estructura química.
- . Número, tipo de posición de los sustituyentes.
- . estereoquímica.
- . Presión de vapor.

- . Tendencia a la codestilación
- . Solubilidad.
- . Facilidad de unión a proteínas, etc.

Los factores extrínsecos se clasifican, a su vez en biológicos y físicos.

Entre los primeros se citan el tipo y cantidad de la población microbiana y el metabolismo de plantas y animales.

Los principales cambios que ocurren por la acción metabólica son modificaciones en la molécula del plaguicida y fenómenos de migración en el organismo al cual ingresa.

Entre los factores extrínsecos de tipo físico están:

- . Las radiaciones solares.
- . Las corrientes de aire.
- . La temperatura
- . El tipo de suelo.
- . El PH del medio.
- . El grado de humedad, etc.

La persistencia de los plaguicidas ha traído como consecuencia entre otras cosas, cambios en la microflora y la macrofauna, efectos fitotóxicos indeseables, desequilibrio en la población de insectos, selección de especies resistentes y, además mortalidad y daños fisiológicos en animales superiores.

En el caso del hombre, aún se desconocen los efectos a largo plazo de los plaguicidas, ya que, por acción conjunta del movimiento y de la persistencia de éstos, sus residuos pueden distribuirse y acumularse a través de los niveles tróficos de la cadena alimenticia y llegar ya bioconcentrados al hombre.

En las figuras 2 y 3 se presentan esquemas que ilustran la acumulación del DDT a través de la cadena alimenticia, así como los estratos bióticos que la integran.

FIGURA No. 2.- EFECTO ACUMULATIVO DE UNA SUSTANCIA NO DEGRADABLE
 ESPARCIDA EN LA NATURALEZA. (1)

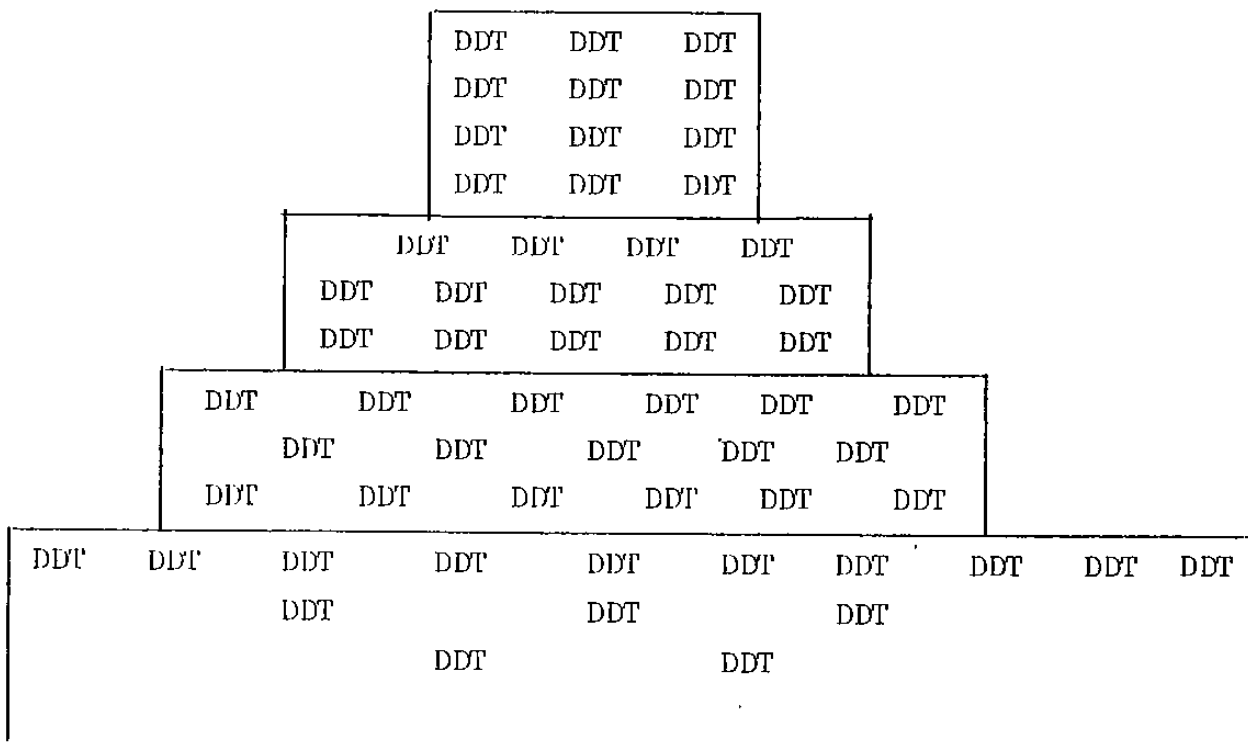


FIGURA No. 3.- ESQUEMA DE LA CADENA ALIMENTICIA. (1)

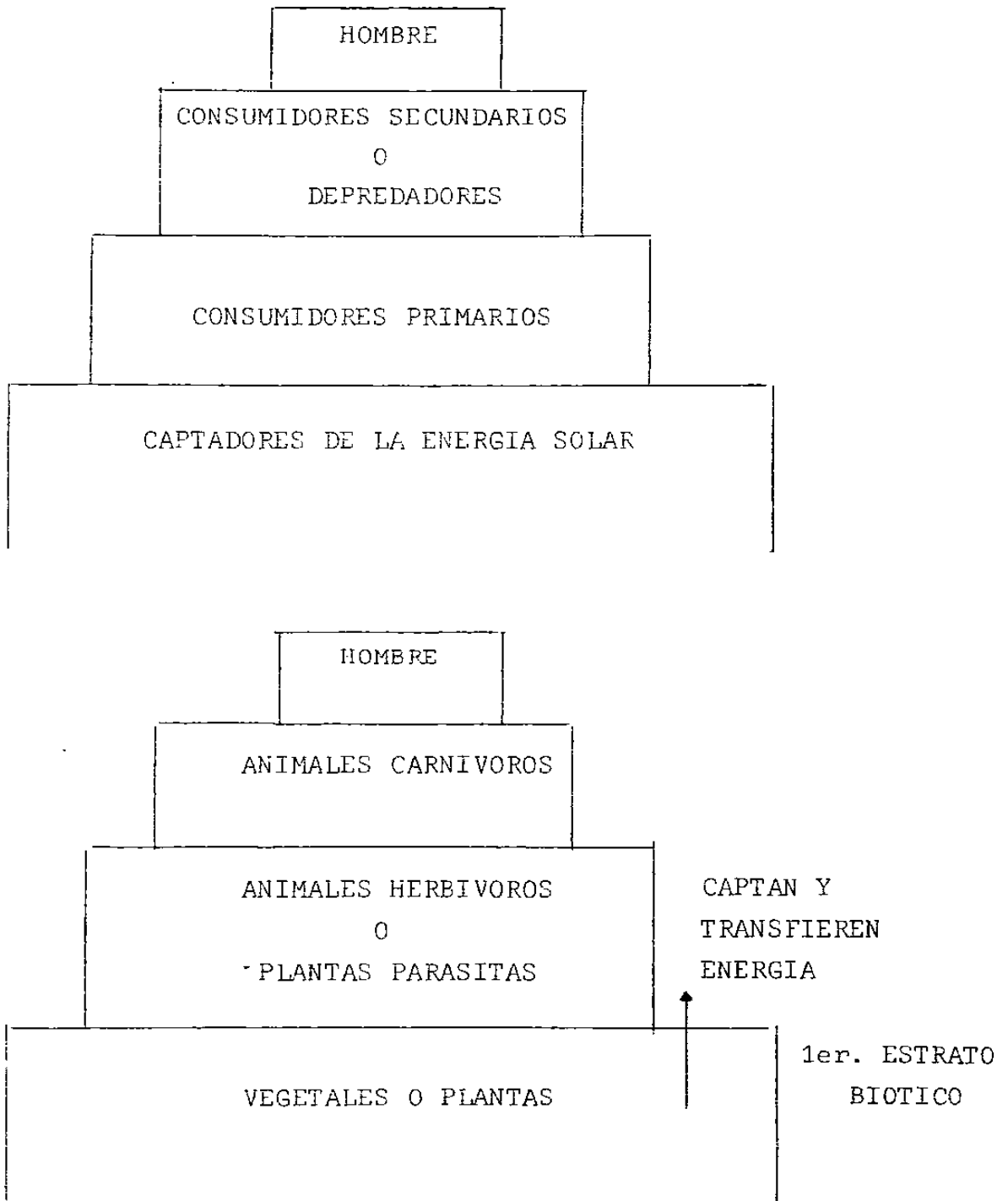


TABLA No.4.- PERSISTENCIA DE COMPUESTOS EN AGUA DE RIO
EN TERMINOS DE PORCENTAJES DE RECUPERACION

| C O M P U E S T O | 0 | 1 sem. | 2 sem. | 4 sem. | 8 sem. |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS | | | | | |
| BHC | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| HEPTACLORO | 100 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| ALDRIN | 100 | 100 | 80 | 40 | 40 |
| HEPTACLORO EPOXIDO | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TELODRIN | 100 | 25 | 10 | 0 | 0 |
| ENDOSULFAN | 100 | 30 | 5 | 0 | 0 |
| DIELDRIN | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| DDE | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| DDT | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| DDD | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| CLORDANO (Técnico) | 100 | 90 | 85 | 85 | 85 |
| ENDRIN | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS | | | | | |
| PARATION | 100 | 50 | 30 | 5 | 0 |
| PARATION METILICO | 80 | 25 | 10 | 0 | 0 |
| MALATION | 100 | 25 | 10 | 0 | 0 |
| ETION | 100 | 90 | 75 | 50 | 50 |
| TRITON | 90 | 25 | 10 | 0 | 0 |
| FENTION | 100 | 50 | 10 | 0 | 0 |
| DIMETOATO | 100 | 100 | 55 | 75 | 50 |
| MERPHOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AZODRIN | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

CONTINUA TABLA No. 4.-

| C O M P U E S T O S | 0 | 1 sem. | 2 sem. | 4 sem. | 8 sem. |
|-----------------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| COMPUESTOS CARBAMATOS | | | | | |
| SEVIN | 90 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| ZECTRAN | 100 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| MATACIL | 100 | 60 | 10 | 0 | 0 |
| MESUROL | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BAYGON | 100 | 50 | 30 | 10 | 5 |
| MONURON | 80 | 40 | 30 | 20 | 0 |
| FENURON | 80 | 60 | 20 | 0 | 0 |

. N O T A:

.Las concentraciones de los compuestos originales encontrados fue de 10 mcg/lt.

TOXICOLOGIA Y PELIGROS INHERENTES A LA MANIPULACION DE LOS PLAGUICIDAS. (18,32)

Prácticamente todos los plaguicidas son tóxicos para los mamíferos, en mayor o menor grado; por ello, su manejo acarrea riesgos serios de intoxicación que deben considerarse por todas las personas que los manipulan y aplican, incluso aquellas que no lo hacen.

La expresión cuantitativa de la toxicidad es representada mediante la dosis letal media (LD_{50}), que corresponde a la cantidad de plaguicida necesaria para causar la muerte al 50 por 100 de los individuos que constituyen un determinado lote de ensayo.

Las toxicidades (LD_{50}) pueden hacer referencia a toxicidad oral aguda, crónica o dérmica.

La toxicidad oral aguda, es la que resulta de la ingestión, en una sola ocasión, de una cantidad determinada del tóxico.

La toxicidad crónica, se expresa como las partes por millón de tóxico presente en la dieta alimenticia, durante los días que se especifican y que produce los efectos que se señalen.

En algunos casos, el plazo necesario para que aparezcan los efectos tóxicos es largo, y los estudios toxicológicos pueden durar varios años.

La toxicidad dérmica se establece mediante la absorción de tóxico por pincelación sobre la piel con el producto en estado puro o dividido en disolventes aprobados, a la concentración que se indique en cada caso.

RESIDUALIDAD DE LOS PLAGUICIDAS Y SU TOLERANCIA.

El tratamiento de cultivos y cosechas con plaguicidas supone un riesgo de contaminación para los alimentos y para el agua que es utilizada para el riego de los mismos, la que es conducida a través de drenes y canales. Lo anterior trae como consecuencia una posible intoxicación de los consumidores. Por tal razón, muchos países han establecido unas tolerancias de residuos en plaguicidas, en las que

se especifica la cantidad máxima en partes por millón o en miligramos por kilogramo que puede admitirse en los alimentos.

Las tolerancias residuales se basan en el principio de que los residuos contaminantes existentes en los alimentos no deben sobrepasar los niveles aceptados como inocuos, ni los niveles resultantes de una práctica agrícola.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial para la atención de la Agricultura y los Alimentos (FAO) han definido los siguientes conceptos:

a) INGESTION DIARIA ACEPTABLE.-

La ingestión diaria aceptable de un compuesto es la dosis máxima diaria que puede ingerirse sin que ocasione daños detectables durante la vida de un ser.

La ingestión diaria aceptable para el hombre, se determina a partir de la experimentación en animales como ratas y cobayos y se expresa en Mg/kg. El resultado obtenido en el animal de experimentación se multiplica por un factor, que generalmente se fija en 1/100. El valor obtenido en esta división del valor de la ingestión diaria aceptable en animales, se considera suficiente para asegurar la ausencia de riesgos en el hombre.

b) NIVEL PERMISIBLE.-

Es la máxima concentración de un plaguicida que puede contaminar un determinado alimento dispuesto para el consumo sin riesgo de toxicidad crónica; se expresa en partes por millón y se calcula a partir de la ingestión diaria aceptable y de un factor que depende de la proporción en que dicho alimento forme parte de la dieta alimenticia anual.

Para poder establecer el nivel permisible de un plaguicida es necesario tener un conocimiento adecuado de la dieta de las respectivas poblaciones.

c) TOLERANCIA RESIDUAL.-

La tolerancia residual de un plaguicida es la concentración -- máxima permitida por las leyes de un país para dicho producto en un determinado alimento.

Las tolerancias residuales se hallan tomando en cuenta el nivel permisible y los niveles de contaminación resultantes al aplicar el plaguicida, se expresa en partes por millón y no deben ser superiores a los niveles permisibles.

Las tolerancias residuales oscilan generalmente, entre algunas centésimas y 10 partes por millón según el plaguicida y el alimento tenidos en consideración.

Es importante citar que debido al uso irracional y sin control de los plaguicidas, éstos pueden depositarse en el agua que es utilizada en las zonas de riego y, que en muchas ocasiones es consumida por el hombre en poblaciones en donde no se cuenta con instalaciones para proporcionar un tratamiento adecuado del agua, y mucho menos se cuenta con un control sanitario que permita tener agua de calidad, y apta por el consumo humano y doméstico.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS Y ORGANOFOSFORADOS.

Los plaguicidas que más nos concierne, son aquellos que persisten por largos períodos y se acumulan en el ambiente en sus diversos medios, son aquellos que son altamente tóxicos al hombre, peces y vida silvestre y aquellos que se usan en grandes cantidades en áreas extensas.

Todos los plaguicidas orgánicos están sujetos a degradaciones en el ambiente; sin embargo hay compuestos específicos que varían mucho en su velocidad de degradación y algunas de las formas degradadas pueden ser tan persistentes y tóxicas como los compuestos originales. (8)

Existen dos grupos principales de plaguicidas de carácter orgánico que son usados como insecticidas. El primero de ellos, los ORGANOCORADOS, con su pionero el DDT, son resistentes y estables, degradándose lentamente o formando productos persistentes de degradación. Estos compuestos poseen un amplio espectro de acción bioquímica como toxinas de plantas y de animales, y pueden producir cambios de fertilidad, lo mismo que en la acción de hormonas y enzimas. (1,2)

Los organocorados son también selectivamente solubles en grasa y de esta forma son retenidos y almacenados durante largos períodos por los animales y por el hombre. Los organismos acuáticos pueden acumular esos compuestos directamente por absorción del agua o mediante la cadena alimenticia por contaminación de un organismo de un nivel trófico inferior. (8)

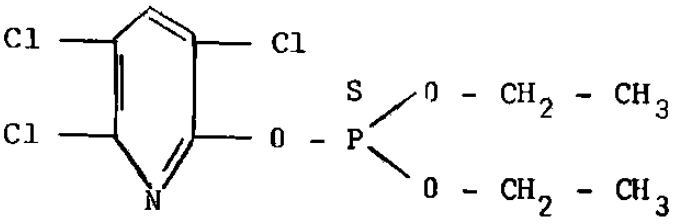
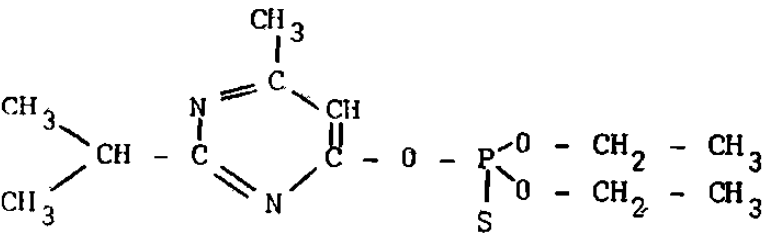
Algunos de estos plaguicidas son considerados especialmente dañinos por su persistencia y acumulación en organismos acuáticos.

Estos compuestos incluyen algunos de sus metabolitos que son directamente tóxicos a varias especies acuáticas en concentración de 1 $\mu\text{g}/\text{L}$. Su acumulación en sistemas acuáticos presentan daños, reales y potenciales, a animales en los niveles tróficos más altos, incluyendo al hombre.

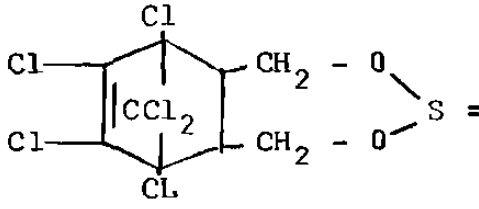
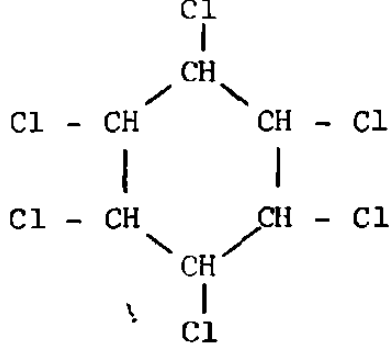
El segundo grupo de insecticidas orgánicos sintéticos, es el de los organofosforados (como el parathión), desarrollados en 1944, y que ahora se usan en mayor escala que los organoclorados. Los organofosforados se caracterizan por su estructura similar y su modo de acción, son inestables, no persisten en el ambiente, y son rápidamente biodegradados en el suelo. En su contra tienen el ser altamente tóxicos y representan un peligro al usarlos, o sobre todo si se ingiere un preparado líquido; y por lo tanto es necesario gran cuidado con su almacenaje y evitar que lleguen a los cursos de agua. (2,8).

TABLA No. 5.- NOMENCLATURA Y ESTRUCTURA DE PLAGUICIDAS

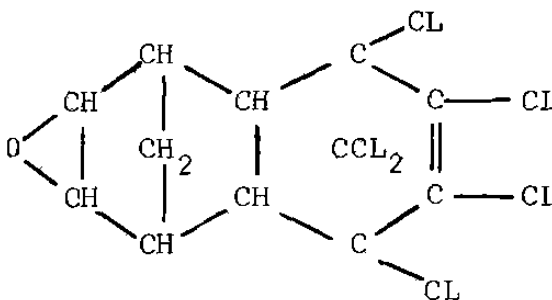
- ORGANOFOSFORADOS -

| NOMBRE COMERCIAL | ESTRUCTURA | NOMBRE CIENTIFICO |
|------------------|--|--|
| ACEFATE | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{O} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{P} - \text{NH} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{S} \end{array}$ | O,S - DIMETIL ACETILFOS FORAMODOTIOATO |
| CHLORPYRIFOS |  | O,O, DIETIL -O- (3,5,6- TRICLORO -2- PIRIDIL) FOSFOROTIOATO |
| DIAZINON |  | O,O,- DIETIL 1-O-(2 ISO PROPIL 1-6-METIL 1-5-PI RIMIDINIL) FOSFOROTIOATO |
| ETION | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{S} \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \quad \quad \quad \text{P} \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} \end{array} - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{S} - \begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$ | O,O,O', - O' - TETRAETIL S,S' - BIFOSFORO DITIOA TO DE METILENO |

CONTINUA TABLA No. 5.-

| NOMBRE COMERCIAL | ESTRUCTURA | NOMBRE CIENTIFICO |
|--------------------|--|---|
| OMETOATO | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{O} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{P} = \text{O} \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{O} \end{array} - \text{S} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_3$ | <p>0,0 - DIMETIL S -(N-METIL CARBOMOILMETIL) FOSFOROTIOATO.</p> |
| PARATION | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{P} = \text{S} \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_3 - \text{O} \end{array} - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NO}_2$ | <p>0,0 - DIETIL - 0-4-NITROFENIL FOSFOROTIOATO</p> |
| - ORGANOCLORADOS - | | |
| ENDOSULFAN |  | <p>6,7,8,9,10,10-HEXACLORO-1,5,5,6,9,9-HEXAHI-DRO-6,9-METANO-2,4,3 BENZODIOXATIEPIN-3-OXIDO</p> |
| BHC (MEZCLA) |  | <p>1,2,3,4,5,6 HEXACLOROCICLO-HEXANO (MEZCA DE ISOMEROS).</p> |

CONTINUA TABLA No. 5.-

| NOMBRE COMERCIAL | ESTRUCTURA | NOMBRE CIENTIFICO |
|------------------|--|---|
| ENDRIN |  | <p>HEXACLOROEOXIOCTAHIDRO- ENDO, ENDO-DIMETANONAFTA LENO.</p> |

EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE EL AMBIENTE MARINO.

En el mar, la formación de materia orgánica es un proceso que realizan una gran variedad de organismos microscópicos a través de la fotosíntesis. Esta capacidad de producir materia orgánica se conoce como productividad primaria, y está íntimamente relacionada con la capacidad del mar para ser explotado.

La materia orgánica vegetal, una vez formada, es transferida a los animales a través de una compleja red alimenticia. En esta forma, todos los organismos que pueblan los mares: Crustáceos, moluscos, peces, cetáceos, etc., o que dependen de la vida marina, -- como las aves, están sujetas, en forma fundamental, a la capacidad de formar materia orgánica que poseen estas formas microscópicas. (23,33)

Como resultado de este sistema de transferencia y concentración en la cadena alimenticia, los organismos más alejados de los productores primarios presentan una mayor cantidad de insecticidas en sus tejidos, ya que han acumulado selectivamente los que se encontraban en todos los organismos de dicha cadena. En consecuencia animales como el pelícano, la foca, el delfín y el ostión pueden, por ejemplo, sufrir los efectos que causan las altas dosis de plaguicidas como el DDT, a pesar de que las concentraciones de éste sean relativamente bajas en el medio acuático del que dichos animales dependen.

Tal vez la mitad de los plaguicidas en uso en nuestros días son insecticidas y se caracterizan por su selectividad tóxica para artrópodos terrestres, por ello puede esperarse que la langosta, el camarón y el cangrejo que son también artrópodos pero marinos, sean muy vulnerables a los efectos de los insecticidas desarrollados para aniquilar a los artrópodos terrestres. (24)

La interpretación de resultados obtenidos en laboratorio sobre tolerancia de los artrópodos marinos hacia los plaguicidas es muy difícil ya que, ordinariamente, la toxicidad se evalúa en términos de mortalidad.

En el caso del camarón y el cangrejo, los efectos tóxicos de los plaguicidas se manifiestan, primero, en un aumento de la irritabilidad y, luego, en pérdida del equilibrio y parálisis. (25)

Por lo que se refiere a la sensibilidad hacia los plaguicidas, los ostiones y las almejas presentan problemas de particular interés, ya que sus estados larvarios, por vivir suspendidos en las -- aguas estuarianas, son especialmente vulnerables a cualquier cam-- bio químico en el ambiente fluido que los rodea. Por otra parte, -- los moluscos poseen la propiedad de almacenar plaguicidas organo-- clorados en sus tejidos y de poder concentrarlos hasta 1000 veces más con respecto a las cantidades presentes en el ambiente. (26,27)

En un estudio llevado a cabo con ostiones de 4 cm. de tamaño, los cuales tuvieron una exposición de 3 semanas al toxafeno, en -- concentración de $0.1 \mu\text{g/L}$, se observó una mortalidad de 50% de la población estudiada; se podría asumir entonces que después de una exposición prolongada, de 1 a 4 semanas y dependiendo de la concen-- tración del tóxico, el crecimiento puede cesar completamente como se muestra en la figura No. 4.

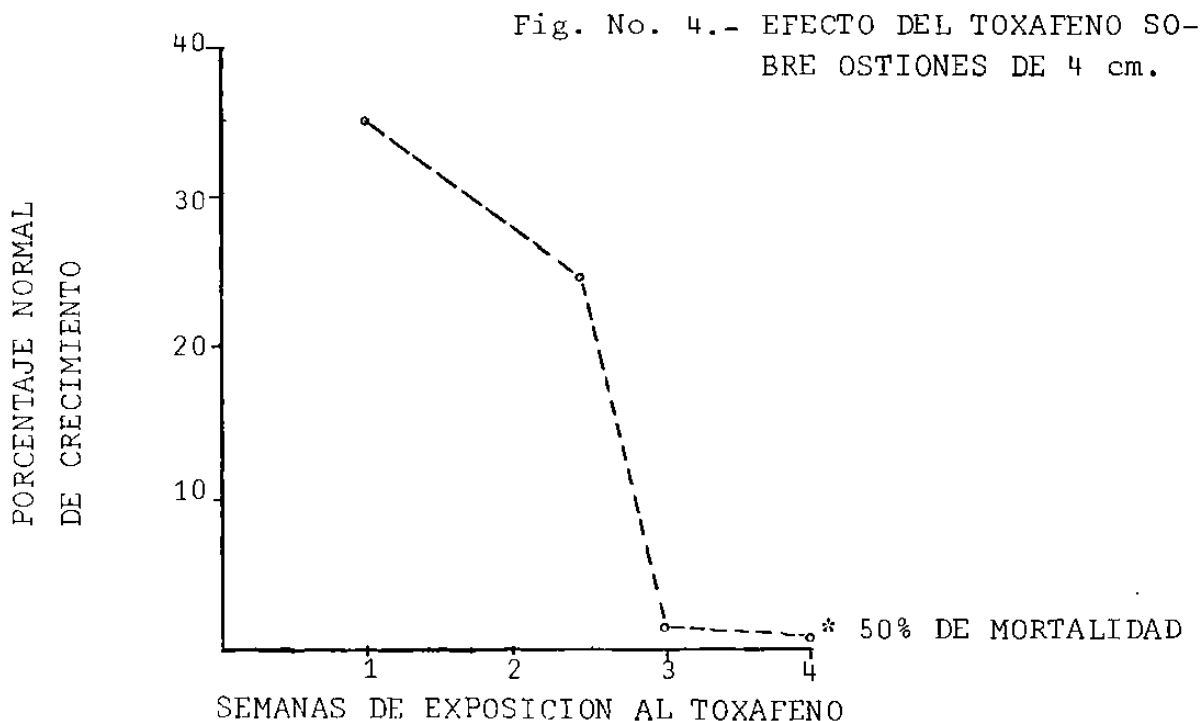


TABLA No. 6.- EFECTOS DE ALGUNOS PLAGUICIDAS EN ANIMALES SILVESTRES Y ACUATICOS. (17)

| COMPUESTO QUIMICO | PROPORCION | PROPOSITO | E F E C T O |
|-------------------|-------------------|---|---|
| ALDRIN | | Protección de semilla de arroz. | Matanza de patos silvestres. |
| ALDRIN | 2Lb/Acre | Control de escarabajo japonés | Eliminación casi completa de muchas especies de aves canoras y aves de rapaña, algo de mortalidad en mamíferos. |
| DDD | 50-70 ppm en agua | Control del jején del Lago "Claro" | Mortalidad de los colimbos y reducción en la reproducción. |
| DDT | | Control de la enfermedad de los olmos holandeses. | Mortalidad de petirojos y aves canoras. |
| DDT | | Mariposa gitana y mosquitos. | Inhibición de la reproducción - debido a la muerte de las juvenes. |
| DDT | | Protección del bosque | Muerte de trucha por falta de alimento. |
| DDT | | Drenaje agrícola. | Muerte de peces y algunos pájaros. |
| DDT | 1/2Lb/Acre | Gusano pimpollo. | Reproducción del salmón y trucha bastante reducida. |
| DDT | | Pestes de arroz. | Muerte de patos "malaro" y otros pájaros. |
| DDT | 0.2-1.6 | Control de mosquito. | Muerte de peces, jaibas, ranas, lagartijas y serpientes. |
| DIELDRIN | 1Lb/Acre | Larva de mosca de arena. | Alta mortalidad de peces. |
| DIELDRIN | 2-3 | Escarabajo blanco. | Mortalidad de codornices, aves canoras y acuáticas, conejos y otros mamíferos. |
| DDT | | Aplicación agrícola. | Reducción en la reproducción -- del faisán. |
| HEPTACLORO | 2 | Hormigas de fuego. | Eliminación total de pájaros y codornices por lo menos en 3 -- años. |
| ENDRIN | 0.8 | Gusano cortador. | Alta mortalidad de conejos. |
| HEPTACLORO | 2 | Escarabajo japonés | Alta mortalidad de aves canoras |
| TOXAFENO | | Gusano rosado | Muerte de conejos, pájaros, serpientes, peces, ranas. |
| TOXAFENO | | Protección de siembras. | Alta mortalidad de peces. |

EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS SOBRE LA SALUD.- (32,34,35)

Se debe considerar que las intoxicaciones se pueden producir por el manejo inadecuado de los plaguicidas. Aunque no siempre se debe a ésto, ya que hay efectos menos conocidos que se manifiestan con el uso. La gravedad de la intoxicación depende de la toxicidad del producto, vía de ingreso, el tiempo de exposición, la concentración del producto y la oportunidad del tratamiento.

Existen tres vías importantes por las cuales los plaguicidas pueden entrar al organismo, que son vía tracto digestivo, vía respiratoria y vía dérmica.

Muchas veces cualquier intoxicación por plaguicida se presenta con síntomas poco específicos como: Cefalea, falta de apetito, nerviosismo, dificultad para dormir y visión borrosa.

Casi todos los plaguicidas pueden tener efectos nocivos en la piel (dermatitis). Las enfermedades de la piel pueden presentarse como: Irritación directa, que es la forma más frecuente, alergia -- por sensibilización. Es importante hacer notar, que las alergias -- pueden aparecer después de semanas, meses o años de exposición al plaguicida.

En lo que se refiere a los efectos producidos por los plaguicidas organoclorados, se mencionan entre otros, a los siguientes:

- Estimulación del sistema nervioso.
- Inducción de las enzimas hepáticas.
- Acumulación en el tejido adiposo proporcional a la absorción.

La intoxicación aguda por organoclorados produce estimulación en el sistema central nervioso y aumento de su respuesta a los neurotransmisores.

Las exposiciones prolongadas a pequeñas cantidades pueden producir otros efectos (discracias sanguíneas, dermatosis). A través de estudios en animales se ha demostrado que algunos pueden producir cáncer y su uso ha sido suspendido en algunos países por esta causa.

La mayoría de los compuestos organoclorados y sus metabolitos, se acumulan en los tejidos grasos.

El grado de acumulación es directamente proporcional a la exposición y no influye sobre la probabilidad de que ocurra una intoxicación aguda ni sobre la gravedad de ésta.

La intoxicación por organoclorados ocasiona, al principio:

- Irritabilidad, cefalea, malestar,

seguidos de:

- mareo, náuseas, vómito, contracciones musculares involuntarias, crisis convulsivas, depresión respiratoria.

En el caso de los organofosforados, el efecto a la salud que más interesa, es la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa en los glóbulos rojos y otros sitios del organismo. No se acumulan las dosis, sino los efectos.

Con ciertos organofosforados existen efectos neurológicos retardados.

Los compuestos organofosforados inhiben la enzima colinesterasa, ocasionando potenciación de los efectos de acetilcolina en las sinápsis colinérgicas.

La actividad enzimática se inhibe en glóbulos rojos, plasma, cerebro y otros órganos. El nivel de la actividad enzimática, tiene que caer muy por debajo del nivel anterior al de la exposición. Antes de que aparezcan los síntomas agudos; debe de caer por debajo del 50% en sangre total para una exposición aguda.

Los compuestos organofosforados no se acumulan en exposiciones repetidas pero, si éstas ocurren en período corto, los efectos en la colinesterasa pueden ser acumulativos.

La intoxicación por organofosforados ocasiona al principio:

- Sudoración, salivación profusa, lagrimas, debilidad, mareos, dolor de estómago, visión borrosa, y después pupilas contraídas, dificultad respiratoria, colapso, fasciculaciones musculares y crisis convulsivas,

Los organofosforados pueden producir también enfermedades de la piel, pero son más importantes los efectos retardados, como las neuropatías periféricas.

En la Tabla No. 7 se esquematiza en forma general los síntomas observados por intoxicación con palguicidas.

TABLA No. 7.- ESQUEMA GENERAL DE SINTOMAS OBSERVADOS POR INTOXICACION CON PLAGUICIDAS.

| SISTEMA | OBSERVACION | SIGNOS DE TOXICIDAD |
|-------------------------------------|--|--|
| SISTEMAS NERVIOSOS, CENTRAL Y MOTOR | Movimientos corporales | Temblores, convulsiones, parálisis |
| | Alteración muscular | Rigidez, flacidez. |
| | Comportamiento (animal experimental) | Intranquilidad, nervioso, actividad motora general. |
| | Respuesta a estímulos (animal) | |
| AUTONOMO | Signos clínicos (hombre) | Dolor de cabeza, insomnio, nerviosismo, falta de reflejos, mareos, sudor constante. |
| | Tamaño de la pupila | Miosis (contracción), Midriasis -- (dilatación). |
| RESPIRATORIO | Secreción | Salivación, lagrimeos. |
| | Forma de respirar | Movimientos o exhalación inusual, abertura desmesurada de las ventanas nasales, respiración lenta, dificultad al respirar, abundante -- flujo de mucosa. |
| OCULAR | Signos clínicos (hombre) | Pecho oprimido, tos y resuello ruidoso. |
| | Parpadeo y engrandecimiento del globo del ojo. | Tosis (caída del párpado), salida del globo ocular. |
| GASTROINTESTINAL | Signo clínico | Dolor al acomodarlo, penumbra, lagrimación, conjuntivitis. |
| | Signos en animales de experimentación | Forma del abdomen (contracción, -- hinchazón debido a flatulencia), -- diarrea, vómito. |
| EFECTOS GENERALES EN AMBOS | Signos clínicos | Anorexia, náuseas, diarrea, vómito |
| | Intoxicación de la piel | Temperatura, textura y color de la piel, efectos cardiovasculares, -- cianosis. |
| | Intoxicación crónica | Toma de alimentos, peso corporal, tumores, enfermedad del sueño. |

CAPITULO III

LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.-

El área considerada para el presente estudio comprende las poblaciones de Villa Benito Juárez y la del Limoncito, ambas pertenecientes al Municipio de Navolato, Sinaloa.

La primera está ubicada en la costa central del Estado de Sinaloa, a 24 Km. al poniente de la ciudad de Culiacán, capital del Estado. Esta población se localiza en las coordenadas $29^{\circ} 30' 37''$ Latitud Norte y $107^{\circ} 37' 36''$ Longitud Oeste, a una altura de 15 metros sobre el nivel del mar.

La población del Limoncito que también es considerada en esta investigación, que se ubica a 2 Km. al poniente de la ciudad de Navolato, y está localizado en las coordenadas $24^{\circ} 45' 40''$ Latitud Norte y $107^{\circ} 44'$ Longitud Oeste, a una altura de 15 metros sobre el nivel del mar.

En Villa Benito Juárez, se seleccionaron 3 estaciones de muestreo, mismas que señalan los tres canales que abastecen el agua necesaria para el riego de los campos agrícolas localizados en dicho lugar. En lo que se refiere al Limoncito, aquí se ha ubicado una sola estación de muestreo: sobre el río Culiacán en el Km. 32.

Este lugar es utilizado como zona de recreo, principalmente en el período de semana santa.

Tanto los canales de riego, como el río Culiacán, forman parte del Distrito de Riego No. 004, que se localiza en las coordenadas $24^{\circ} 35'$ Latitud Norte y $107^{\circ} 30'$ Longitud Oeste, a una altura promedio de 20 metros sobre el nivel del mar. Ver Fig. No.5

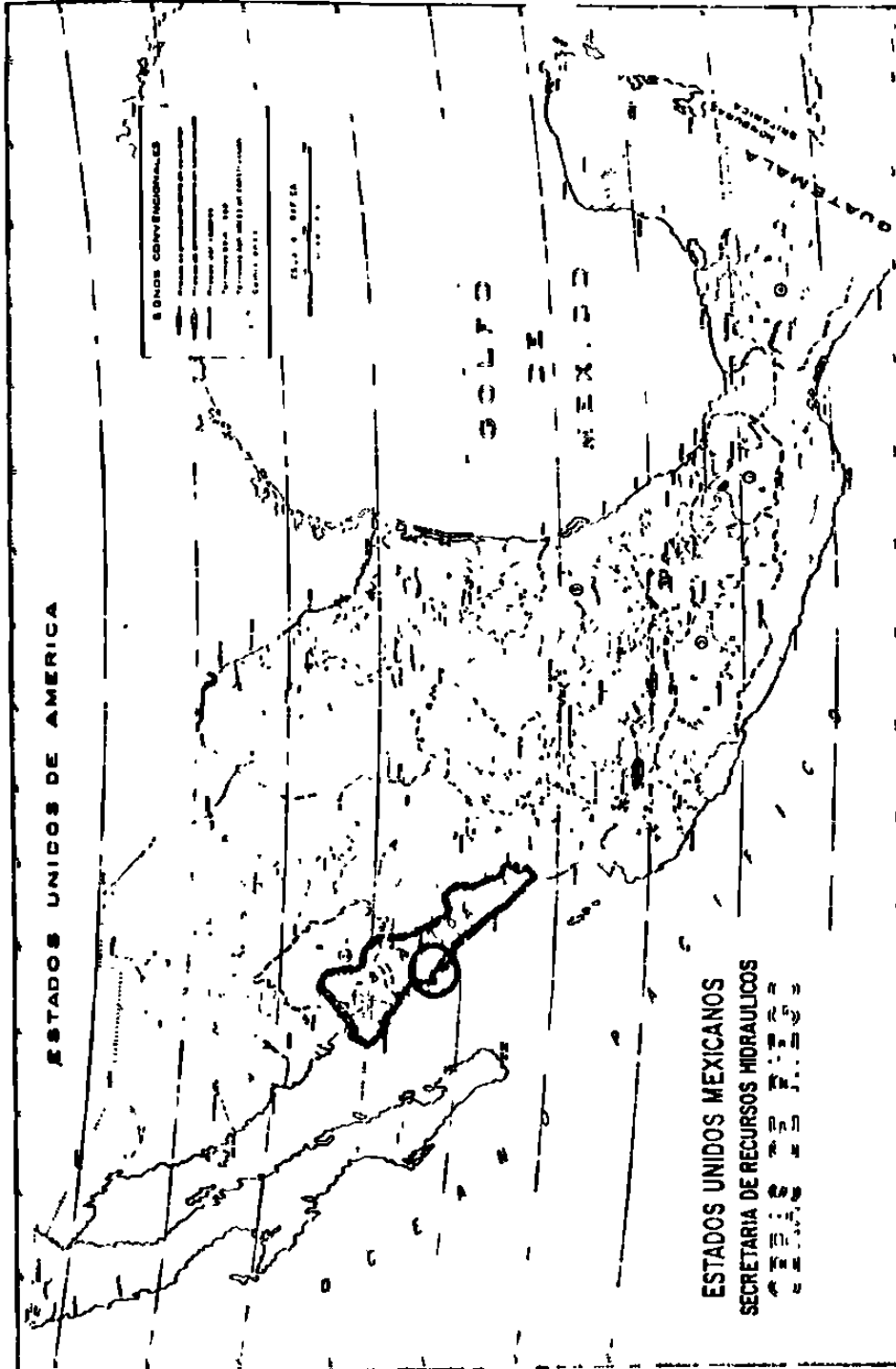


FIG. No. 5.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

CAPITULO IV

OBJETIVO DE LA INVESTIGACION,-

Evaluar e identificar los plaguicidas utilizados, así como, -
cuantificar la residualidad de los mismos en el agua en la parte -
central del Distrito de Riego No. 004 del Valle de Culiacán, Sina-
loa, México.

CAPITULO V

FASE EXPERIMENTAL.-

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Residuos - Tóxicos de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (CAADES). Culiacán, Sinaloa.

1.- MATERIAL Y EQUIPO.

REACTIVOS Y SOLVENTES

- Resina Amberlite XAD-2, (ROHM AND HASS CO., ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Sulfato de sodio anhidro (NaSO_4). (J.T.BAKER)
- Eter etílico. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Eter de petróleo. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Acetona grado analítico. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Eter dietílico. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Metanol. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)
- Acetonitrilo. (ALLTECH ASSOCIATES INC.)

PLAGUICIDAS ESTANDARES

- Los plaguicidas empleados en este estudio fueron:
Chlorpyrifos, Parathion Metílico, Malathion, Ethion, Diazinon, Omatoate, Dimetoate, Naled, Methamidophos, Acephate, -- Hexaclorobenceno BHC ($\alpha, \beta, \delta, \delta'$), Endosulfan.

Todos los estandares fueron proporcionados por la CHEMICAL SERVICE.

MATERIAL Y EQUIPO PARA LA EXTRACCION

- Columnas de vidrio con llaves de teflón.
- Lana de vidrio.
- Vasos de precipitado de 1000 Ml.
- Vasos de precipitado de 600 Ml.
- Embudos de separación de 500 Ml.
- Concentrador KUDERNA-DANISH de 250 Ml.
- Tubos de rosca.

- Pipeta volumétrica de 10 Ml.
- Agua destilada.
- Agua purificada.
- Baño de vapor.

MATERIAL Y EQUIPO PARA LA CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO

- Gas portador (Helio, Nitrogeno de alta pureza). AVECO SCIENTIFIC GASES, INFRA.
- Cromatógrafo Tracor 540 y 570.
- Registrador Linear 1200. (TRACOR)
- Integrador Hewlett-Packard 3392 A. (H.P.)
- Procesador de datos. (PRINTAFORM)
- Microjeringas. (SGE)
- Columnas de vidrio de aproximadamente 2 metros de largo con diámetros interior y exterior de 2 y 4 mm respectivamente. (TRACOR)
- Férulas de grafito. (TRACOR)
- Columnas cromatográficas preparadas al:
 - 2% DEGS/CHROMOSORB WAW 80/100.
 - 5% OV-101/CHROMOSORB WHP 80/100.
- Detectores HALL-700 y N/P 702.

EQUIPO ADICIONAL

- Registro de muestreo.
- Refrigerador. (MABE)
- Gradillas. (BIOHAZARD)
- Vibrador ultrasonido 220. (BRANSONIC)
- Material de vidrio. (J.T. BAKER, MERCK, PYRES)
- Rotavapor - M. (BRINKMANN INSTRUMENT, INC.)
- Balanza analítica B 1500. (OHAUSS)
- Columnas de vidrio. (KIMAX)
- Horno. (GCA CORPORATION, PRECISION SCIENTIFIC GROUP)

NOTA: Todo el material de vidrio fué adquirido en ALLTECH ASSOCIATES INC.

2.- PREPARACION DEL MATERIAL Y REACTIVOS,

LIMPIEZA DEL MATERIAL

El material de vidrio se lava con agua corriente y jabón, se enjuaga y posteriormente se lava con una mezcla crómica.

Inmediatamente después se enjabona nuevamente y se vuelve a enjuagar; se rocía con acetona grado técnico y se introduce al horno para su secado a alta temperatura (200 - 250°C) durante 3 horas.

ACTIVACION DE LA RESINA

La resina macroreticular XAD-2 es activada según el método propuesto por ROHM Y HASS (PHILADELPHIA).

Las impurezas son removidas mediante una suspensión en metanol y decantado. Las esferitas de resina de tamaño predominante (mallas 20-60) que permanecen son purificadas por extracción subsecuente -- con metanol, acetonitrilo y eter dietílico en un extractor SOXHLET durante 8 horas por solvente (un solvente durante 8 horas/día). La resina activada es guardada en frascos de vidrio color ámbar que -- contienen metanol para mantener una elevada pureza. (

PREPARACION DE LAS SOLUCIONES ESTANDAR

La preparación de las soluciones estandar es uno de los aspectos más importantes en la determinación de residuos. Para llevar a cabo ésta, se debe contar con una balanza analítica, para realizar pesadas exactas.

PROCESO: Primeramente, se prepara una solución patrón inicial con una concentración lo más altamente posible, esto para mantener por más tiempo estable la solución, debido a que a mayor concentración de la solución, es menor la degradación del I.A.* Posteriormente se realizan preparaciones de calibración necesaria, a las concentraciones mínimas requeridas por el detector.

Cuando la presentación del I.A. es en polvo, se hace la preparación peso/volumen, cuando es líquido es en volumen. En cualquiera -- de los dos casos, el I.A. se solubiliza en el solvente apropiado obteniendo la solución en ng/ μ l.

Para la solución del solvente a utilizar se toma en cuenta la solubilidad del plaguicida, utilizándose como regla general, acetona debido a la orden de respuesta que ofrecen los detectores utilizados y debido a que el volumen final del extracto de la muestra es obtenido en acetona.

Hecha la preparación de las soluciones de trabajo, se etiquetan debidamente con el nombre, concentración, solvente utilizado y fecha de preparación. Posteriormente se procede a refrigerar las soluciones hasta su utilización, con el fin de evitar que el solvente se volatilice y se altere la concentración.

La concentración de las soluciones patrón deben de ser estables lo más altamente posible, para favorecer que éstas se conserven el mayor tiempo posible, como en el caso de los organofosforados. En el caso de los organoclorados no es tan importante, ya que éstos son estables.

* INGREDIENTE ACTIVO

3.- METODOLOGIA.

MUESTREO Y CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

La recolección de muestras se llevó a cabo cada semana, durante un período de 25 semanas, comprendidas del 7 de Abril al 22 de Septiembre de 1989, habiendo sido tomadas de la superficie.

Se recolectaron 100 muestras en total, es decir 25 por cada estación, ya que fueron 4 los sitios de muestreo los que se seleccionaron, según se ve en el plano No. 2.

Para la colecta de las muestras, se utilizaron recipientes de plástico, con un volumen de 4 litros, con tapa del mismo material.

Los recipientes fueron previamente lavados con agua corriente y jabón, después se enjuagaron con agua destilada.

Al ser tomadas las muestras en los recipientes, éstos se colocaron en un recipiente de mayor capacidad, el cual se tapaba para proteger las muestras de los rayos solares.

Hubo ocasiones en que no fué posible llevar a efecto la extracción de los residuos inmediatamente llegaban al Laboratorio, por lo que se conservaron en refrigeración a $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

TECNICA DE ANALISIS DE PLAGUICIDAS EN AGUA. (7,9)

Esta técnica, en general consiste en cuatro pasos.

- 1.- Extracción de los residuos de plaguicidas de la muestra de agua.
- 2.- Limpieza de impurezas.
- 3.- Identificación y estimación de la cantidad de residuos en el extracto, por medio de cromatografía de gases.
- 4.- Confirmación de la presencia e identificación de los residuos.

METODO DE EXTRACCION DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN AGUA.

Uno de los métodos más efectivos y completamente examinados -- para la determinación de residuos de contaminantes orgánicos, ha -- sido descrito por FRITZ y colaboradores en diversas publicaciones. La esencia de este método se basa en el uso de la resina AMBERLITE XAD-2.

Se prepara cuidadosamente una columna corta con esta resina, - para buscar remover los contaminantes de un volumen de muestra de - agua en una forma esencialmente cuantitativa. Los compuestos orgá- nicos que se retienen en la resina, se remueven mediante un pequeño volumen de eter etílico. La solución de eter resultante puede anali- zarse directamente, inmediatamente después de hacer la concentra--- ción del extracto, haciendo ésto último por medio de evaporación, - con la finalidad de proveer una mejor sensibilidad del análisis.

TECNICA DEL METODO DE FRITZ.

- Se prepara una columna con resina XAD-2 reactivada, hasta -- una altura aproximada de 2.6 cm.
- Se enjuaga la resina con 20 ml. de agua destilada, 3 veces.
- Se pasa a través de la columna todo el volumen de la muestra con un flujo de 25-50 ml. por minuto.
- Se enjuaga el recipiente de la muestra con agua destilada -- 2 veces.
- (*) - Una vez que pasa todo el volumen de la muestra, se agregan a la columna 15 ml. de eter etílico.
- Se hacen fluir 5 ml. y se recogen en un embudo de separación de 250 ml.
- Se deja reposar el resto (10 ml.) de 15 a 30 minutos.
- Se recogen los 10 ml. en el embudo de separación.
- Se repite una vez más la misma operación (*).
- Se elimina la fase acuosa del embudo de separación (parte -- inferior).
- Agregar de 2 a 5 gr. de Sulfato de Sodio Anhidro.

- Adicionar de 10 a 15 ml. de éter de petróleo.
- Agitar fuertemente por 30 segundos.
- Pasar lo eluído del embudo de separación a un concentrador - Kuderna-Danish de 250 ml.
- Concentrar lo eluído hasta cerca de 0.5 ml.
- Rociar con acetona la columna.
- Concentrar hasta menos de 1 ml.
- Aforar hasta 1 ml. con acetona.

CROMATOGRAFIA DE GASES.

La cromatografía de gases es una de las técnicas de análisis - más comunmente empleada actualmente, es considerada como una técnica única y muy versátil.

En el inicio de su aplicación, fué usada para analizar gases y vapores de compuestos muy volátiles. (29)

La cromatografía de gases es un método físico utilizado para - la separación de los componentes de una mezcla. La base del proceso descansa en una columna de separación, que normalmente consiste en una tubería de diámetro pequeño, empacada en una cama estacionaria de gran superficie. Una fase móvil se filtra a través de la fase es tacionaria. Los procesos básicos responsables de las separaciones - cromatográficas son la adsorción en una fase sólida y separación o partición en una fase líquida, siendo ésta última, la más común. (8,30)

Las primeras aplicaciones de la cromatografía en el análisis - de residuos de plaguicidas, fueron la cromatografía de papel (MILLS 1959,1961), la cromatografía en columna (MOATS, 1962), la cromato-- grafía de gases que proporcionó una mayor sensibilidad con la intro-- ducción microcoulométrica de COULSON (1962), y el detector de captu-- ra de electrones de WATTS y KLEIN en el mismo año de 1962, y por -- último, la cromatografía de capa fina que se sitúa en los niveles - de detección que ofrece la cromatografía de papel y la cromatogra-- fía de gases. (11, 28)

En el presente trabajo se utilizó la técnica de separación -- cromatografía gas-líquido, que tiene como fase estacionaria un líquido distribuido sobre la superficie de un soporte sólido.

Se utilizó la técnica de elusión en la separación, ya que --- ésta ofrece una ventaja seignificativa, que consiste en el autopurgado, esto quiere decir, que la columna se regresa generalmente a su condición original al final de cada análisis.

La cromatografía gas-líquido se empezó a usar a finales de -- 1952 en trabajos realizados por MARTIN y JAMES. Dicha técnica marcó la pauta para una técnica que ha revolucionado los análisis de separación química. (29)

La cromatografía puede ser aplicada para solucionar muchos -- problemas en diversos campos, como:

- Drogas y farmaceuticos, estudios del ambiente, industria del petróleo, química clínica, pesticidas y sus residuos, alimentos, - etc.

CLASIFICACION DE TECNICAS DE CROMATOGRAFIA. (8,29)

| | OPERACION | DISPOSICION DE LA FASE ESTACIONARIA | FASE MOVIL |
|---------------|---------------|-------------------------------------|---|
| CROMATOGRAFIA | EN EL ESPACIO | PAPEL | LIQ - SOLIDO |
| | | CAPA FINA | LIQ - SOLIDO |
| COLUMNA | | LIQ - SOLIDO | |
| | EN EL TIEMPO | COLUMNA | LIQ - SOLIDO GAS - SOLIDO LIQ - LIQUIDO |

En la tabla No. 8 se presenta una lista en orden cronológico del desarrollo de la cromatografía.

TABLA No. 8.- DESARROLLO DEL CAMPO DE LA CROMATOGRAFIA. (29)

| A Ñ O | CIENTIFICO | COMENTARIOS |
|-------------|---|--|
| 1834 - 1943 | RUNGE, F.F. | Usó papel opaco y trozos de tela para separar - una mezcla de tinturas, y los extractos de una planta. |
| 1850 | RUNGE, F.F. | Separación de una solución de sal en papel. |
| 1868 | GOPPELSROODER, F. | Análisis de tinturas, hidrocarburos, alcohol, - leche, cerveza, coloides, aguas mineral y de bebida, pigmentos de plantas y de animales, utilizando papel (análisis capilar). |
| 1878 | SCHONBEIN, C. | Analizó soluciones líquidas usando papel. |
| 1897 - 1903 | RAY, D.T. | Flujo ascendente de muestras de petróleo crudo a través de columnas empacadas con tierra finamente pulverizada. |
| 1906 - 1907 | TSWETT, W. | Separó pigmentos de cloroplastos utilizando --- CaCO_3 como fase sólida y eter de petróleo como fase líquida. |
| 1931 | KUHN, R. et. al. | utilizó cromatografía líquida-sólida para separar componentes de la yema de huevo. |
| 1940 | TISELIUS, A. | Premio Nobel en 1948. Análisis de adsorción y - electrofóresis. |
| | WILLSON, J.N. | Primer teoría de cromatografía en papel. Asumió el equilibrio completo de la sorción lineal isotérmica. Definió cualitativamente difusión, tasa de adsorción e isoterma no lineal. |
| 1941 | TISELIUS, A. | Desarrolló la cromatografía líquido-líquido y - los análisis de tipo frontal y de desplazamiento. |
| 1944 | CONSDEN, R. GORDON, A.H. Y MARTIN, A.J.P. | Desarrollaron la cromatografía en papel. |
| 1946 | MARTIN, A.J.P. | Desarrolló la cromatografía líquido-sólido y el análisis de desplazamiento. Fue colaborador de A. Tiselius. |
| 1949 | MARTIN, A.J.P. | Contribuyó en la relación del tiempo de retención y equilibrio termodinámico constante. |

CONTINUA TABLA No. 8.-

| A Ñ O | CIENTIFICO | C O M E N T A R I O S |
|-------|---|---|
| 1951 | CREMER, E. | Desarrolló la cromatografía de gas-sólido por el método de elución. |
| 1952 | PHILLIPS, C.S. G. | Desarrolló la cromatografía líquido-líquido --- usando la técnica de análisis frontal. |
| 1952 | JAMES, A.J. MARTIN, A.J.P. GLUEKAVF, E. | Introdujeron la cromatografía gas-líquido. Derivaron la primera ecuación que relaciona el tamaño de la partícula, difusión de la partícula y difusión de la membrana en intercambio iónico. |
| 1956 | VAN DEMETER, J.J. et. al. | Desarrolló la teoría para simplificar el trabajo de Lapidus y Amundson por la función de distribución de Gauss. |
| 1965 | GIDDINGS, J.C. | Revisó y extendió las teorías de cromatografía. |

DESCRIPCION DEL CROMATOGRAFO DE GASES.-

Básicamente, todos los cromatógrafos de gases de laboratorio - están constituidos de seis partes: Figura No. 6

- 1) El regulador de presión y medidor de flujo para el abastecimiento del gas portador.
- 2) Sistema de inyección de la muestra.
- 3) Columna de separación.
- 4) Compartimiento térmico.
- 5) Sistema de detección.
- 6) Registrador gráfico.

Para algunos propósitos, se incluyen un purificador del gas -- portador y un sistema de recolección para el gas efluente.

1.- REGULADOR DE PRESION Y MEDIDOR DE FLUJO.

La eficiencia de operación de un cromatógrafo directamente de la velocidad constante del flujo del gas transportador.

El gas portador que se contiene en un tanque, pasa a través de la válvula reguladora, un medidor de flujo, y por más de un metro - de restrictores capilares de metal y un barómetro.

El medidor de flujo indica la velocidad del flujo en el lado - de referencia de la celda de conductividad térmica.

2.- SISTEMA DE INYECCION DE LA MUESTRA.

El problema más severo en la cromatografía de gases se presenta en el sistema de inyección de la muestra. Este pequeño dispositivo debe introducir la muestra en una forma adecuada y vaporizarlo - inmediatamente cuando se trate de un líquido, se requieren temperaturas elevadas; a pesar de ello, la muestra no debe descomponerse - no producir un aumento brusco de presión.

Las muestras líquidas se inyectan con jeringas hipodérmicas a través de un diafragma de silicón autosellado en un bloque de metal calentado (evaporador instantáneo). 1020091194

CROMATOGRAFO DE GASES

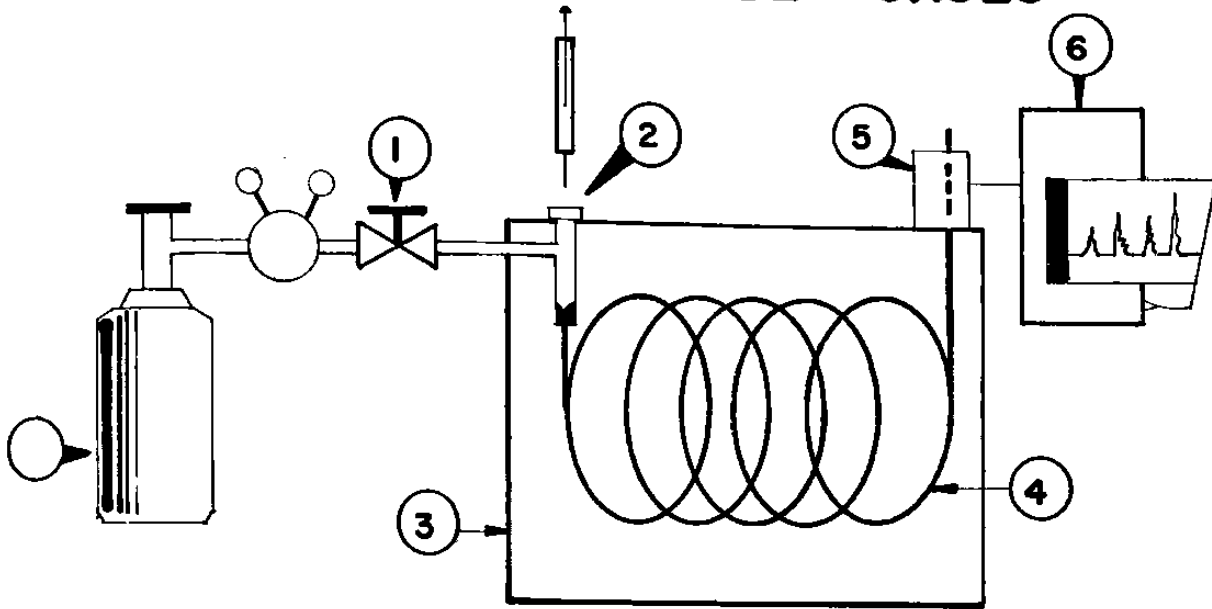
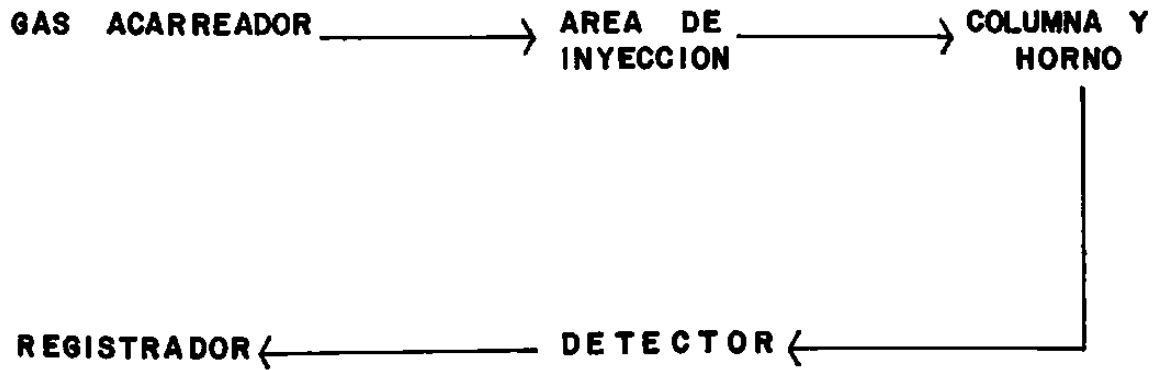


DIAGRAMA DE FLUJO DEL ANALISIS CROMATOGRAFICO



La inserción, inyección y remoción de la aguja, deben llevarse a cabo rápidamente. Para la eficiencia máxima se debe utilizar una muestra lo más pequeña posible; dependiendo claro, de la sensibilidad del detector (1 - 10 μ l).

3.- COLUMNA CROMATOGRAFICA.

El corazón del cromatógrafo es la columna, empacada o capilar en la cual se efectúa la separación. La columna empacada comunmente es un tubo de 2 mm de diámetro interior, de acero inoxidable, cobre cuproníquel, o vidrio, ya sea doblada en forma de U o en serpentín.

Dentro de la variedad de soportes sólidos disponibles (en los cuales se empacan las columnas), los derivados de tierras diatomáceas son las más populares.

Los requerimientos generales de una fase líquida son: Buenas - propiedades disolventes para los componentes, separación diferencial de los componentes de la muestra, estabilidad térmica elevada y una baja presión del vapor a la temperatura de la columna.

El gas transportador puede ser nitrógeno, helio, hidrógeno o argón. La disponibilidad, pureza y el tipo de detector empleado determina la elección.

4.- COMPARTIMIENTO TERMICO.

Es un requisito el control preciso de la temperatura de la columna, si lo que se intenta es mantener una temperatura invariable o proveer de una temperatura programada. La temperatura del horno de la columna debe controlarse por medio de un sistema que sea sensible a cambios de 0.01°C.

5.- DETECTORES.

El fin de los detectores es controlar la columna efluente, midiendo variaciones en su composición. Ellos, sin embargo, no identifican los componentes de una mezcla.

La mayoría de los detectores son de los llamados de tipo "diferencial", ellos dan señal cero cuando el gas transportador puro pasa a través de ellos, pero cuando un componente de una mezcla es detectado, la señal es proporcional a la concentración o masa de ese componente. Los detectores "integrados", por otro lado, dan una señal continua que es proporcional a la cantidad total de sustancias que han sido eluidas.

Entre los factores que se deben considerar están la aplicabilidad, tiempo de respuesta, margen lineal dinámica, sensibilidad y señal de fondo.

6.- REGISTRO DE LA SEÑAL DE CORRIENTE.

La elección del registrador determina la exactitud final del cromatógrafo. La velocidad de la respuesta debe estar abajo de un segundo.

PROCESO DEL ANALISIS.-

El gas portador inerte, fluye continuamente desde un cilindro de gas a través de la cámara de inyección, de la columna y del detector. El flujo del gas portador se controla cuidadosamente para obtener tiempos de retención reproducibles y disminuir al mínimo la deriva y ruidos del detector.

La muestra se inyecta con la jeringa hipodérmica graduada en microlitros en la cámara de inyección calentada, donde es evaporada y arrastrada hacia la columna. Como ya se ha mencionado, la columna es un tubo de vidrio o metal, relleno muy apretadamente de partículas sólidas (soporte sólido). Sobre el soporte sólido se ha distribuido de manera uniforme una capa muy delgada de un líquido de alto grado de ebullición llamada fase estacionaria. La muestra inyectada se reparte entre el gas portador y la fase estacionaria y es separada en cada uno de los componentes que tengan mayor solubilidad o --

afinidad en la fase estacionaria. Cuando se observa una buena separación se dice que existe una buena resolución de columna.

Después de la columna, el gas portador y la muestra pasan a través del detector. Este dispositivo mide la concentración de la muestra y genera una señal eléctrica. Esta señal pasa al registrador gráfico, el cual configura un cromatograma (trazo de la respuesta del detector contra el tiempo o simplemente es el registro escrito del análisis).

En muchos casos, se cuenta con un procesador de datos que integra automáticamente el área del pico y en algunos casos, ejecuta cálculos e imprime resultados cuantitativos y tiempo de retención. (3,8).

ANALISIS POR CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO.

En la tabla No. 9 se muestran las condiciones de operación, así como las fases estacionarias utilizadas.

Como se ha mencionado, la cromatografía es una técnica de separación, ya que separa mezclas complejas en sus componentes individuales. Por fortuna, esta técnica permite la identificación de compuestos (análisis cualitativo) y la determinación de la cantidad de cada compuesto presente (análisis cuantitativo).

ANALISIS CUALITATIVO.

El volumen del gas transportador necesario para eluir un compuesto a través de la columna cromatográfica se llama volumen de retención; pero bajo presión constante del gas acarreador, la tasa del flujo es lineal con el tiempo y se puede hablar entonces de tiempo de retención. Este tiempo de retención es característico del compuesto y de la fase líquida utilizada en la separación, por lo tanto es factible usarlo para identificar el compuesto. La identificación

cación se basa en la comparación del tiempo de retención del compuesto desconocido, con el tiempo de retención del compuesto conocido (estandar) analizados bajo condiciones idénticas.

El tiempo de retención puede depender de lo siguiente:

- a) Dimensiones de la columna (largo y diámetro).
- b) Fase líquida (tipo y cantidad).
- c) Tipo de soporte.
- d) Temperatura.
- e) Tasa de flujo del gas acarreador.
- f) Tipo de gas acarreador.

ANÁLISIS CUANTITATIVO.

La precisión cuantitativa es uno de los factores que tiene mayor importancia en el campo del análisis instrumental en lo referente al análisis de muestras.

En el análisis cuantitativo existen varios factores de igual importancia, entre los que se mencionan:

- a) Introducción exacta de la muestra.
- b) Parámetros de operación constantes.
- c) Exactitud al medir el área o la altura del pico.
- d) Factores de sensibilidad de cada compuesto.
- d) Linealidad de los detectores y columnas que dan picos bien resueltos.

La cuantificación se hace relacionando las alturas de los picos de las muestras con las alturas de los picos de los estándares utilizados, con la siguiente fórmula.

$$ppm = \frac{V_e \cdot C_e \cdot n_e}{h_e \cdot p_m}$$

en donde:

V_e = Volumen del estándar inyectado (mcl)
 C_e = Concentración del estándar inyectado (ng/mcl)
 h_m = Altura del pico de la muestra (mm)
 h_e = Altura del pico del estándar (mm)
 p_m = Peso de la muestra (mg)

Para efectuar la cuantificación, los picos en los cromatogramas de los estándares y de las muestras deben tener alturas similares ($\pm 10\%$ diferencia) para un determinado tiempo de retención y los cromatogramas deben haberse obtenido consecutivamente.

PRUEBAS DE CONFIRMACION.- (31,38)

Puede ocurrir que en los cromatogramas aparezcan picos de uno o más compuestos naturales, que hayan sido coextraídos de las muestras en forma simultánea con los plaguicidas, y que estos compuestos puedan interferir o superponerse con el pico de algún plaguicida, es decir, que presenten tiempo de retención iguales o similares haciendo difícil su identificación. Puede ocurrir también que uno o más plaguicidas tengan el mismo tiempo de retención en una columna en particular; por lo que para asegurar que la identidad asignada en el análisis cualitativo sea la correcta, se deben usar por lo menos dos columnas con fases de polaridad diferente. De esta manera, los residuos de plaguicidas que han de confirmarse deben tener tiempos de retención diferentes en ambas columnas, pero estos tiempos deben coincidir, en cada caso, con los tiempos de los estándares correspondientes.

Además de los análisis cualitativo y cuantitativo ya mencionados, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Análisis en blanco
- Análisis de recuperación (muestra fortificada)
- Análisis por duplicado

ANALISIS EN BLANCO

Con este análisis, se demuestra que los residuos encontrados se obtuvieron a partir de las muestras y que no se trata de impurezas que provengan de solventes, reactivos, material o del ambiente. El análisis en blanco se efectuó cada semana, es decir cada cuatro muestras.

ANALISIS DE RECUPERACION

Este análisis indica el porcentaje de plaguicida que se recupera de las muestras por el método de extracción usado. Se lleva a cabo adicionando a una muestra libre de plaguicidas, una cantidad conocida de uno o más plaguicidas estándar, en este trabajo se utilizaron Aldrin, Dieldrin, Malathion, Monitor.

El porcentaje de recuperación promedio para los organoclorados es el 100% y para los organofosforados fué del 93%. En el caso del Monitor (metamidofos) por su salubilidad en el agua, registró una recuperación del 65%.

ANALISIS POR DUPLICADO

Con el fin de confirmar la reproducibilidad de los resultados se efectuó el análisis por duplicado de una muestra elegida al azar.

TABLA No.9.- CONDICIONES DE OPERACION PARA LA CROMATOGRAFIA GAS-LIQUIDO.

| FASE ESTACIONARIA | % | Ti | Tc | Td | Tr | Tf | Fe | Vg |
|-------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| OV-101 | 5 | 210 | 180 | 250 | 900 | | 0.5 | 0.50 |
| DEGS | 2 | 210 | 180 | 250 | | 600 | | 0.50 |

. Como soporte inerte de la fase estacionaria se utilizó Chromosorb WAW, WHP 80/100.

Ti = Temperatura del inyector, °C

Tc = Temperatura de la columna, °C

Td = Temperatura del detector, °C

Tr = Temperatura del reactor, °C

Tf = Temperatura de la fuente alcalina, °C.

Fe = Flujo del electrolito, ml/min.

Vg = Velocidad del graficador, cm/min.

. Como electrolito se utilizó N-Propanol.

TABLA No. 10.- TIEMPOS DE RETENCION DE LOS PLAGUICIDAS DETECTADOS
SEGUN FASE ESTACIONARIA (RELATIVOS AL CLORPIRIFOS).

| C O M P U E S T O | F A S E E S T A C I O N A R I A | |
|-------------------|---------------------------------|-----------|
| | OV-101 | DEGS |
| PARATION METILICO | 0.72 | 1.64 min. |
| NALED | 0.34 | 0.63 |
| BHC | 0.48 | |
| DIAZINON | 0.52 | 0.39 |
| ACEPHATE | 0.24 | 1.65 |
| OMETOATE | 0.31 | 2.58 |
| MALATION | 0.91 | 2.12 |
| PARATION | 0.98 | 2.50 |
| CHLORPIRIFOS | 1.0 | 1.0 |
| ETION | 2.56 | 4.1 |
| ENDOSULFAN | 2.12 | |
| ENDOSULFAN II | 2.19 | |
| DIMETOATE | 0.46 | 3.27 |

CAPITULO VI

RESULTADOS Y DISCUSION.

En la figura No. 7 se presentan los cromatogramas para identificación de los compuestos de una muestra seleccionada al azar, así como los cromatogramas de algunos estandares y del análisis en blanco, bajo las mismas condiciones de operación.

En las tablas 11 y 12 se concentran los resultados obtenidos en la investigación sobre la contaminación del agua por plaguicidas en la región central del Distrito de Riego No. 004 del Valle de Cuiliacán, cuya localización general y de las estaciones de muestreo se observan en las Figuras 5 y 5 bis respectivamente.

En la tabla No. 11 se señala el número de plaguicidas encontrados en cada una de las muestras analizadas, variando este número de 0 hasta 9.

También se aprecia en esta tabla, señalados unicamente con un asterisco * los plaguicidas positivos identificados en cada muestra.

Los que se señalan con asterisco (*) son los plaguicidas que reportaron concentraciones superiores a los límites establecidos -- por EPA.

Se hace referencia unicamente a los compuestos organoclorados ya que no existe ningún registro en la literatura consultada ni en los organismos que se supone deben de poseer esta información que cite a los compuestos organofosforados.

En la tabla No. 12 se registran los resultados del análisis -- cuantitativo denotando la frecuencia, concentraciones mínima y máxima así como la concentración promedio de cada compuesto.

En la tabla No. 13 se anota el número de muestras que rebasan los valores permisibles.

En la tabla No. 8 se observa el comportamiento y variación de cada uno de los compuestos encontrados con respecto del tiempo.

En la pagina No.78 se anotan las características particulares de los trece compuestos encontrados en lo que se refiere a tipo de producto, categoría toxicológica, persistencia, efectos adversos al ambiente y a la salud pública, dosis letal media, así como los valores de ingestión diaria aceptable.

De los resultados de esta investigación, se observa que de las cien muestras analizadas, el 95% de ellas resultaron positivas, observando desde niveles de trazas hasta concentraciones extremadamente altas como es el caso de Endrín, Dimetoato, Endosulfan y BHC.

El total de plaguicidas detectados fué de trece, de los cuales diez corresponden a compuestos organofosforados y los tres restantes son del tipo organoclorado.

En la tabla No. 12 se observa la frecuencia en orden descendente de los plaguicidas encontrados, como sigue:

ENDO-MAL-BHC-CLC-OME-ETI-PAME-DIA-MET-DIM-END-ACE-NAL.

Los dos últimos se detectaron a niveles de trazas.

Analizando el cuadro básico de plaguicidas autorizado en los cultivos de primavera-verano del ciclo agrícola 89-89 para la zona, se aprecia que de los trece compuestos, unicamente diez de ellos están registrados en el mismo, exceptuando al Diazinon, Endrín y BHC.

En el caso del Diazinon se anota que fué utilizado hasta el mes de Junio. o al menos fué la fecha en que tendió a desaparecer ya que a partir del mes de Julio no fué detectado en ninguna de las muestras analizadas, pudiendose deber ésto a que es un compuesto ligeramente persistente.

En el caso del Endrin se observa que de acuerdo con las normas de la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos de América, está cancelado por lo tanto, se asume por un lado que pudo haber sido utilizado de manera ilegal o pudo haber llegado a los cursos de agua proveniente de desechos industriales, ya que la concentración que se obtuvo fué muy elevada (109,42 μ g/Lt).

Se hace la primera observación con respecto de la presencia de este compuesto por el hecho de que en períodos anteriores, cuando aún se permitía su uso se obtenían altos rendimientos en la cosecha de frijol soya que llegaban en algunas ocasiones hasta el 100%, esto debido obviamente a su alto poder residual. También es importante citar que debido a la gran superficie autorizada para la siembra de esta leguminosa, algunos agricultores o personas dedicadas a la siembra de cultivos, no opto por otra alternativa más que el uso de este compuesto.

La segunda observación se hace basándose en el hecho de que los sistemas de drenaje de desecho y del Distrito de Riego, están de alguna forma interconectados, pudiéndose generar una contaminación del agua con tan altas concentraciones como se ha descrito.

En el caso del BHC podría asumirse lo mismo que para el Endrin.

Tanto el Endrin como el BHC son compuestos organoclorados de persistencia y son causantes de deficiencias en las funciones del sistema nervioso central.

Considerando la categoría toxicológica se ordena a los compuestos detectados en orden de mayor a menor toxicidad:

Extremadamente tóxicos: Parathion Metílico, Endrin.

Altamente tóxicos: BHC, Ometoato, Metamidofos.

Moderadamente tóxicos: Acefate, Clorpirifos, Diazinon, Dimetoato, Endosulfan, Etion, Malathion, Naled.

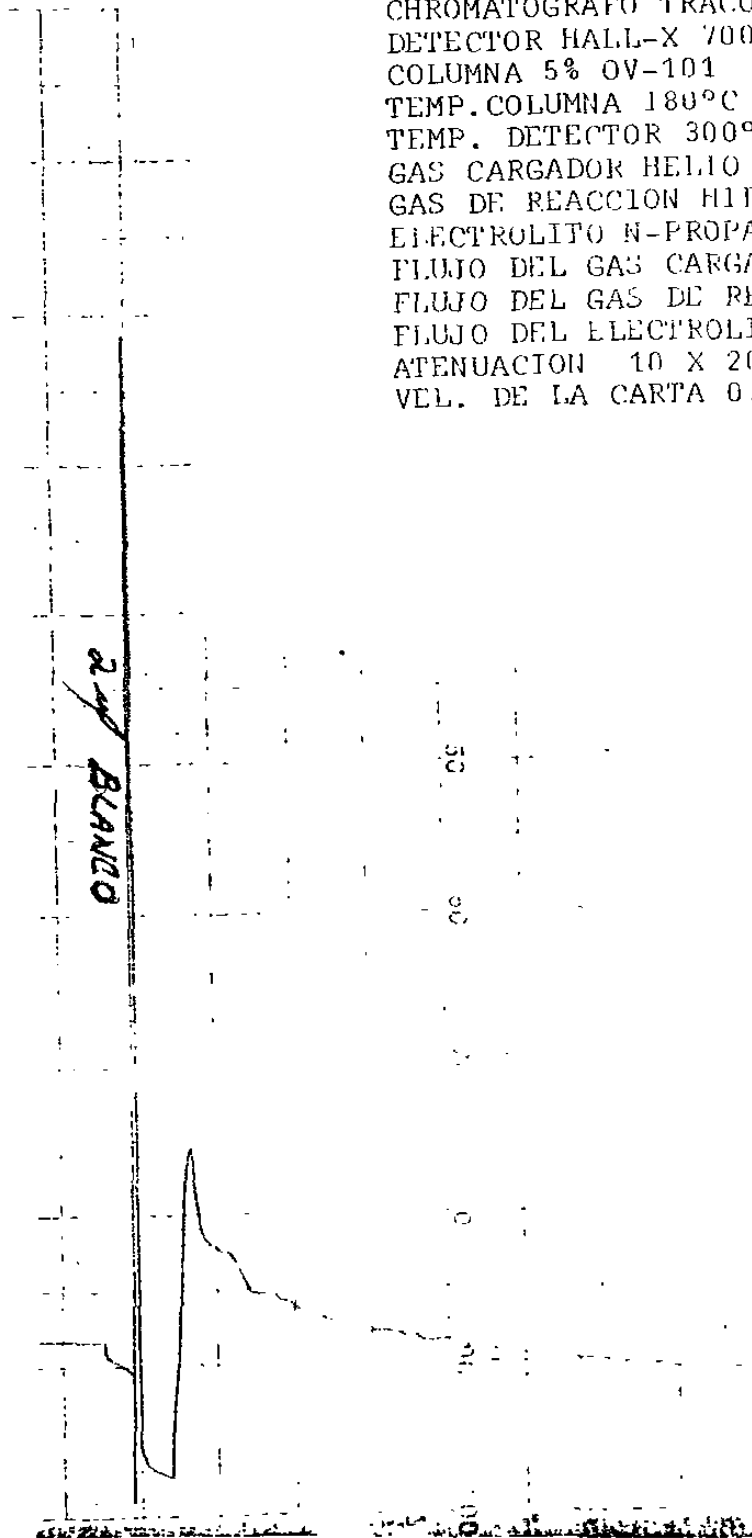
De acuerdo con las concentraciones promedio determinadas, se observa que el Diazinon fué el compuesto que reportó el menor valor siendo de 0.019 $\mu\text{g/Lt.}$ y el compuesto de mayor concentración reportó fué el Endrin siendo de 55.18 $\mu\text{g/Lt.}$

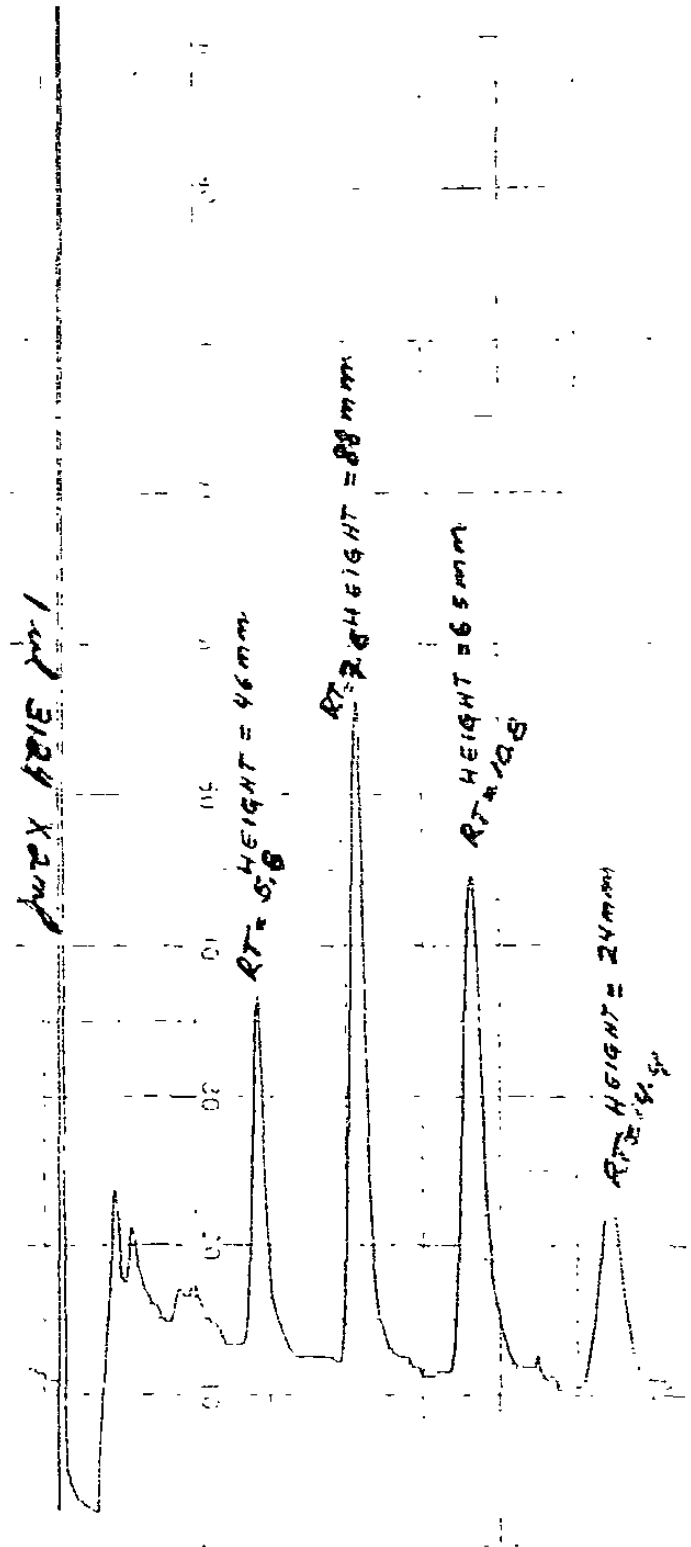
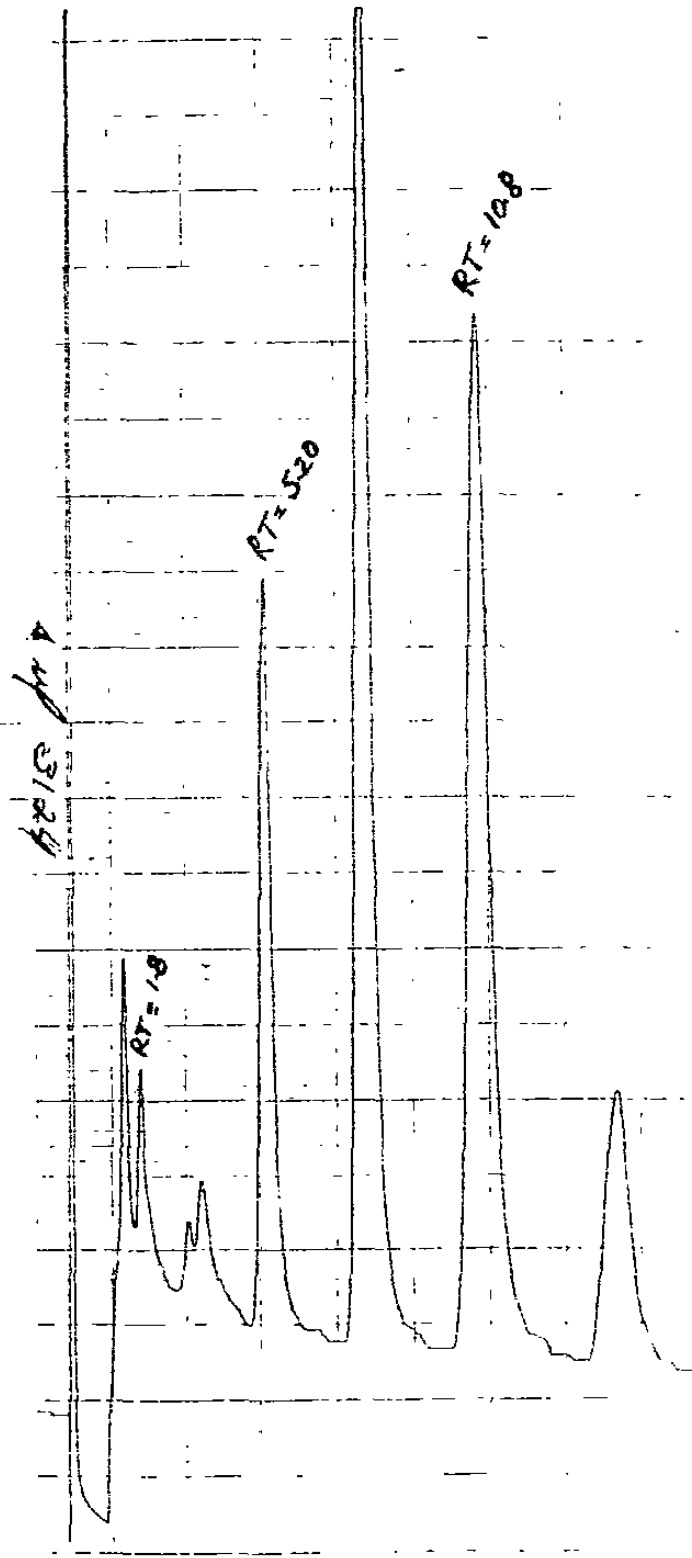
Con respecto al Paration Metilico y Endosulfan la Organización Mundial de la Salud, los ubica dentro de la clasificación llamada "docena sucia", prohibiendo su uso en algunos países de Europa, --- pero la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos autoriza su uso en México. Ambos organismos han prohibido y cancelado el uso del Endrin y BHC.

FIG. No. 7.- ANALISIS CUALITATIVO (CROMATOGRAMAS)

CONDICIONES DE OPERACION

CHROMATOGRAFO TRACOR 570
DETECTOR HALL-X 700
COLUMNA 5% OV-101
TEMP. COLUMNA 180°C
TEMP. DETECTOR 300°C
GAS CARGADOR HELIO
GAS DE REACCION HIDROGENO
ELECTROLITO N-PROPANOL
FLUJO DEL GAS CARGADOR 30 ML/MIN
FLUJO DEL GAS DE REAC. 30 ML/MIN
FLUJO DEL ELECTROLITO 0.5 ML/MIN
ATENUACION 10 X 20
VEL. DE LA CARTA 0.5 CM/MIN





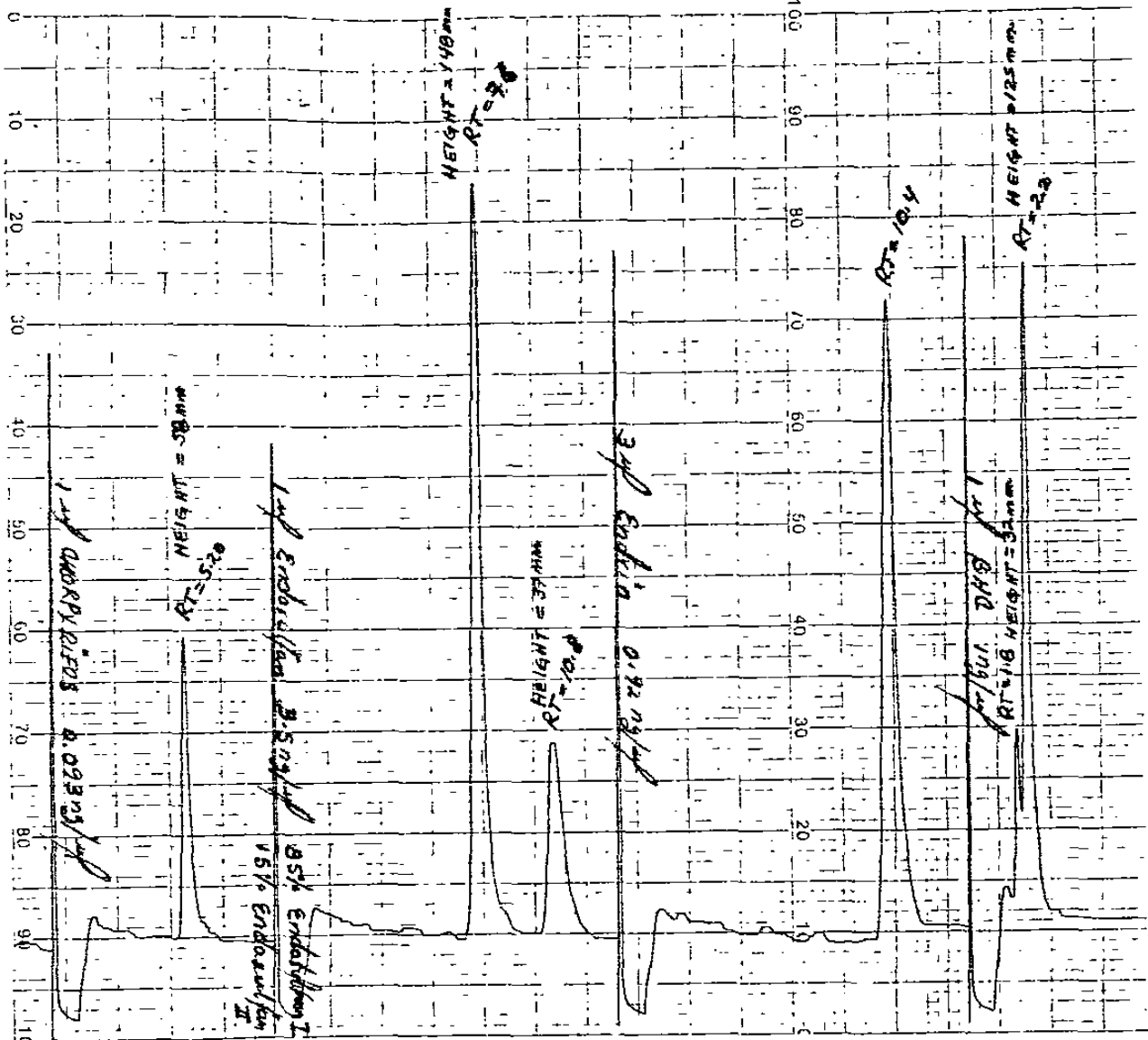


TABLA No. 11.- RESULTADOS DEL ANALISIS CUALITATIVO.-

| FECHA | EST. | ACE | BHQ | CLO. | DIA | DIM | ENDO | ETI | 'MAL | MET | NAL | OME | PAME | PLAGUICIDA POR MUESTRA |
|----------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|------|---------------------------|
| 07-04-89 | 1 | * | | | * | | (*) | * | * | | | | | 3 |
| | 2 | * | | | * | | (*) | * | * | * | | * | | 6 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 9 |
| | 4 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | | 6 |
| 14-04-89 | 1 | * | | | * | | (*) | * | * | | | | | 3 |
| | 2 | * | | | * | * | (*) | * | * | * | | * | | 6 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | | 6 |
| | 4 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 5 |
| 22-04-89 | 1 | * | | | * | | (*) | * | * | | | | | 2 |
| | 2 | * | | | * | | (*) | * | * | | | | | 3 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | | 4 |
| | 4 | * | * | | * | * | * | * | * | * | | * | * | 6 |
| 28-04-89 | 1 | * | | | * | | | * | * | | | | | 3 |
| | 2 | * | | | * | | (*) | * | * | * | | * | | 3 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 5 |
| | 4 | * | * | | * | * | * | * | * | * | | * | * | 6 |
| 06-05-89 | 1 | * | | | * | | (*) | * | * | | | | | 3 |
| | 2 | * | | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 6 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 3 |
| | 4 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 6 |
| 12-05-89 | 1 | * | | | * | | * | * | * | | | | | 2 |
| | 2 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 6 |
| | 3 | * | * | | * | * | (*) | * | * | * | | * | * | 3 |
| | 4 | * | * | | * | * | * | * | * | * | | * | * | 4 |

| FECHA | EST. | ACE | BHC | CLO | DIA | DIM | TNDO | FTI | MAL | MFT | NAT | OMC | PAME | PLAGUICIDA POR MUESTRA |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------------------------|
| 19-05-89 | 1 | * | * | * | * | * | * | | | | | | | 4 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | * | * | | | * | * | 6 |
| | 3 | * | * | * | * | * | * | | | | | * | * | 3 |
| | 4 | * | * | * | * | * | * | | * | | | * | * | 6 |
| 26-05-89 | 1 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | | * | * | 5 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 5 |
| | 3 | * | * | * | * | * | * | | | | | * | * | 2 |
| | 4 | * | * | * | * | * | * | | | | | * | * | 4 |
| 03-06-89 | 1 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | | | 2 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 5 |
| | 3 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | | | 3 |
| | 4 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 6 |
| 10-06-89 | 1 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | | | 1 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 3 |
| | 3 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | | | 1 |
| | 4 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | | | 1 |
| 16-06-89 | 1 | * | * | * | * | * | (*) | | | | | * | * | 1 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 3 |
| | 3 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 2 |
| | 4 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 3 |
| 23-06-89 | 1 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 1 |
| | 2 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 3 |
| | 3 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 0 |
| | 4 | * | * | * | * | * | (*) | | * | | * | * | * | 2 |

| FECHA | EST. | ACE | BHC | CLO | DIA | DIM | ENDO | ETI | MAL | MET | NAL | OME | PAME | PLAGUICIDA POR MUESTRA |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------------------------|
| 30-06-89 | 1 | | | | | | | | | * | | | | 1 |
| | 2 | | * | | | | (*) | | | * | | | | 3 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | | * | | | | | | | * | | | | 2 |
| 07-07-89 | 1 | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 2 | * | * | | | | (*) | | | | | | | 3 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | * | | | | | | | | | | | | 1 |
| 14-07-89 | 1 | * | * | | | | (*) | | | | | * | | 4 |
| | 2 | * | * | | * | | (*) | * | * | | | * | | 6 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | * | * | | | | | | * | | | * | | 4 |
| 21-07-89 | 1 | * | * | | | | (*) | | | | | * | | 4 |
| | 2 | (*) | * | | | | (*) | * | * | | | * | | 6 |
| | 3 | * | * | | | | (*) | | | | | | | 3 |
| | 4 | * | * | | | | | | * | | | * | | 4 |
| 28-07-89 | 1 | * | * | | | | (*) | | | | | | | 3 |
| | 2 | * | * | | | | (*) | | | | | | | 3 |
| | 3 | * | * | | | | (*) | | | | | | | 2 |
| | 4 | * | * | | | | | | * | | | * | | 4 |
| 04-08-89 | 1 | * | * | | | | (*) | * | | | | | | 3 |
| | 2 | * | * | | | | (*) | * | * | | | | | 5 |
| | 3 | * | * | | | | | | | | | | | 1 |
| | 4 | * | * | | | | | | * | | | * | | 4 |

| FECHA | EST. | ACL | BIC | CLO | DIA | DIM | ENDO | ETI | MAI | MUT | NAL | OUT | TAME | END | POR MUESTRA |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------------|
| 11-08-89 | 1 | * | | | | | * | | | | | | | | 2 |
| | 2 | (*) | * | | | (*) | * | * | | | | | | | 5 |
| | 3 | | | | | | * | * | | | | | * | | 3 |
| | 4 | * | | | | | | | | | | | * | | 2 |
| 18-08-89 | 1 | * | | | | | * | | | | | | | | 2 |
| | 2 | | * | | | (*) | * | * | | | | | | | 4 |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | 4 | * | | | | | | | | | | | | | 1 |
| 25-08-89 | 1 | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 |
| | 2 | * | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 |
| | 3 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 |
| | 4 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 |
| 01-09-89 | 1 | | | | | (*) | | | | | | | | | 1 |
| | 2 | | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 |
| | 3 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 |
| | 4 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 |
| 08-09-89 | 1 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 1 |
| | 2 | * | * | | | | * | * | * | * | * | * | * | (*) | 3 |
| | 3 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 1 |
| | 4 | | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 1 |
| 15-09-89 | 1 | * | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 7 |
| | 2 | | | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | (*) | 3 |
| | 3 | * | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 |
| | 4 | * | * | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 4 |
| 22-09-89 | 1 | * | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 |
| | 2 | | * | | | (*) | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 |
| | 3 | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 1 |
| | 4 | * | * | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 |

TABLA No. 12.- RESULTADOS DEL ANALISIS CUANTITATIVO.-

| PLAGUICIDA | No. DE MUESTRAS ANALIZADAS | No. DE MUESTRAS POSITIVAS | CONCENTRACION MINIMA, μg / L | CONCENTRACION MAXIMA, μg / L | CONCENTRACION PROMEDIO, μg / L |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|---|---|---|
| ENDOSULFAN | (OC) 100 | 62 | 0.005 | 17.651 | 1.108 |
| MALATHION | (OF) 100 | 48 | 0.001 | 0.28 | 0.033 |
| BHC(MEZCLA) | (OC) 100 | 44 | 0.003 | 7.513 | 0.248 |
| CLORPIRIFOS | (OF) 100 | 42 | 0.001 | 1.402 | 0.127 |
| OMITATO | (OF) 100 | 27 | 0.003 | 2.49 | 0.185 |
| FTION | (OF) 100 | 19 | 0.001 | 1.768 | 0.152 |
| PARATHION METILICO | (OF) 100 | 18 | 0.003 | 0.342 | 0.033 |
| DIAZINON | (OF) 100 | 17 | 0.002 | 0.066 | 0.019 |
| METANIDOTOS | (OF) 100 | 17 | 0.003 | 0.099 | 0.020 |
| DIMETOATO | (OF) 100 | 16 | 0.001 | 19.0 | 1.318 |
| ENDRIN | (OC) 100 | 2 | 0.941 | 109.42 | 55.18 (*) |
| ACHETAPTE | (OF) 100 | 1 | TRAZA | - . . | - . . |
| NALID | (OF) 100 | 1 | TRAZA | - . . | - . . |

OC = ORGANOCOLORADO

OF = ORGANOFOSFORADO

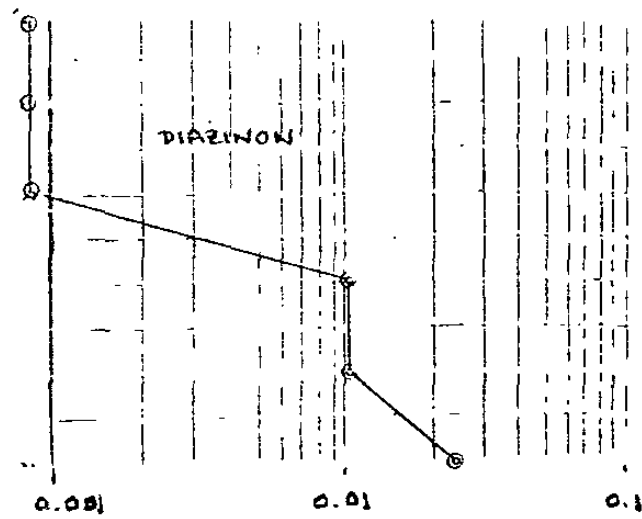
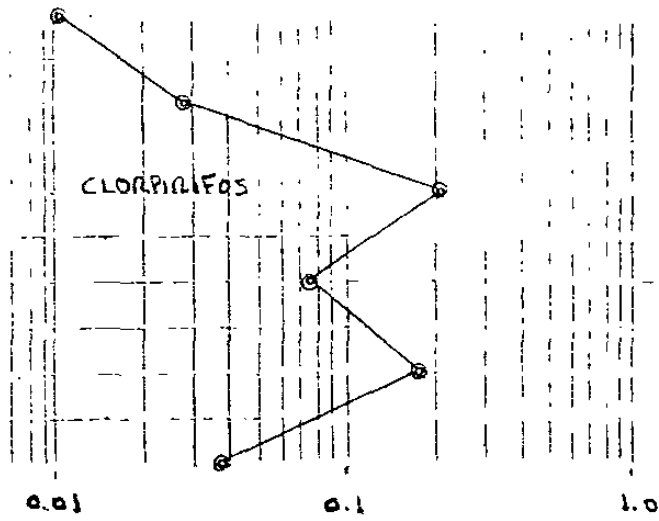
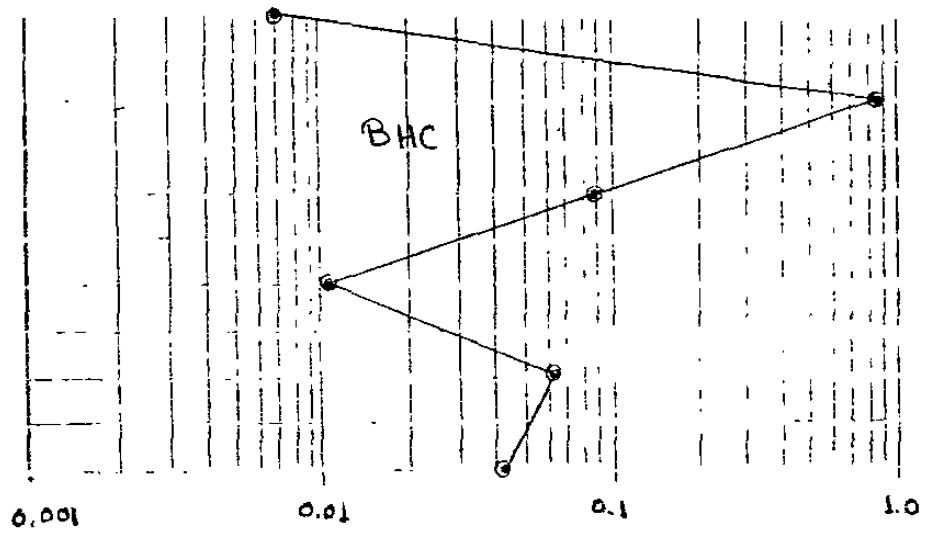
TABLA No. 13.- NUMERO DE MUESTRAS CON CONCENTRACIONES SUPERIORES A LOS LIMITES PERMISIBLES DE ACUERDO A LAS NORMAS DE - EPA.

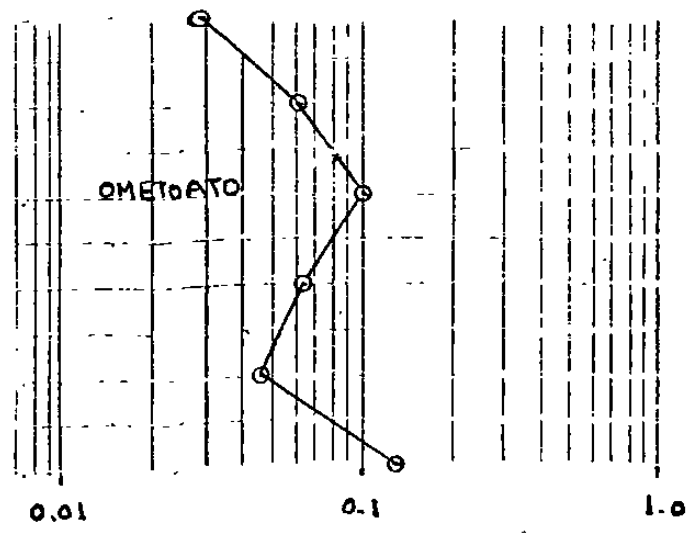
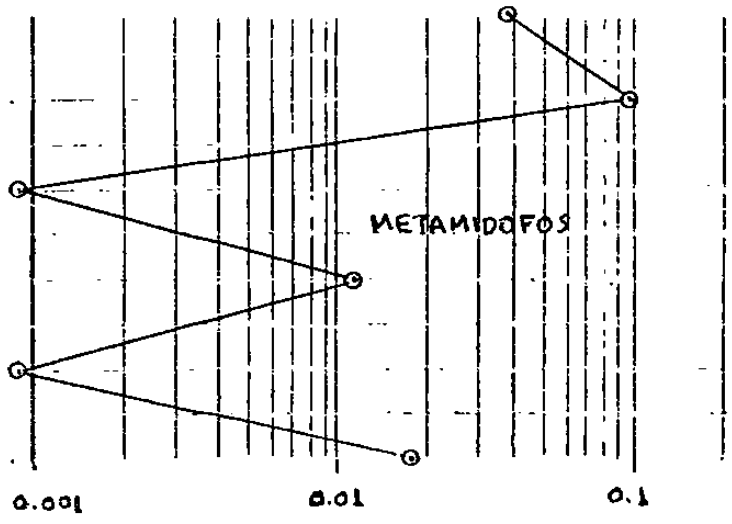
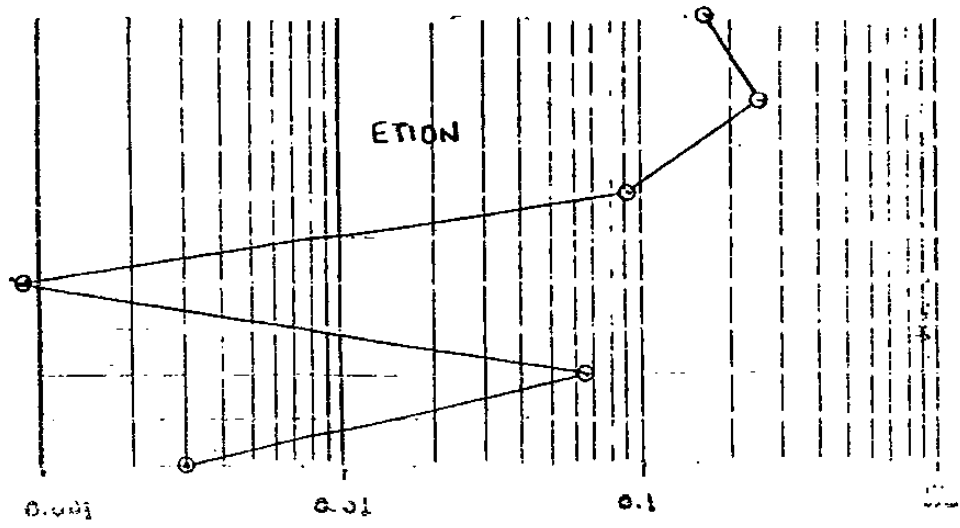
| PLAGUICIDA | NIVEL PERMISIBLE (EPA) | No. DE MUESTRAS CON CONC. SUP. AL LIMITE PERMISIBLE | % DE MUESTRAS QUE EXCEDEN EL LIMITE |
|----------------|------------------------|---|-------------------------------------|
| (*) ENDOSULFAN | 0.002 | 56 | 90 |
| MALATION | - . - | - . - | - . - |
| * BHC | 0.2 | 2 | 5 |
| CLORPIRIFOS | - . - | - . - | - . - |
| OMETOATO | - . - | - . - | - . - |
| ETION | - . - | - . - | - . - |
| (*) PALATION | - . - | - . - | - . - |
| METILICO | - . - | - . - | - . - |
| DIAZINON | - . - | - . - | - . - |
| .METAMIDOFOS | - . - | - . - | - . - |
| DIMETOATO | - . - | - . - | - . - |
| * ENDRIN | 0.002 | 2 | 100 |
| ACEFATE | - . - | - . - | - . - |
| NALED | - . - | - . - | - . - |

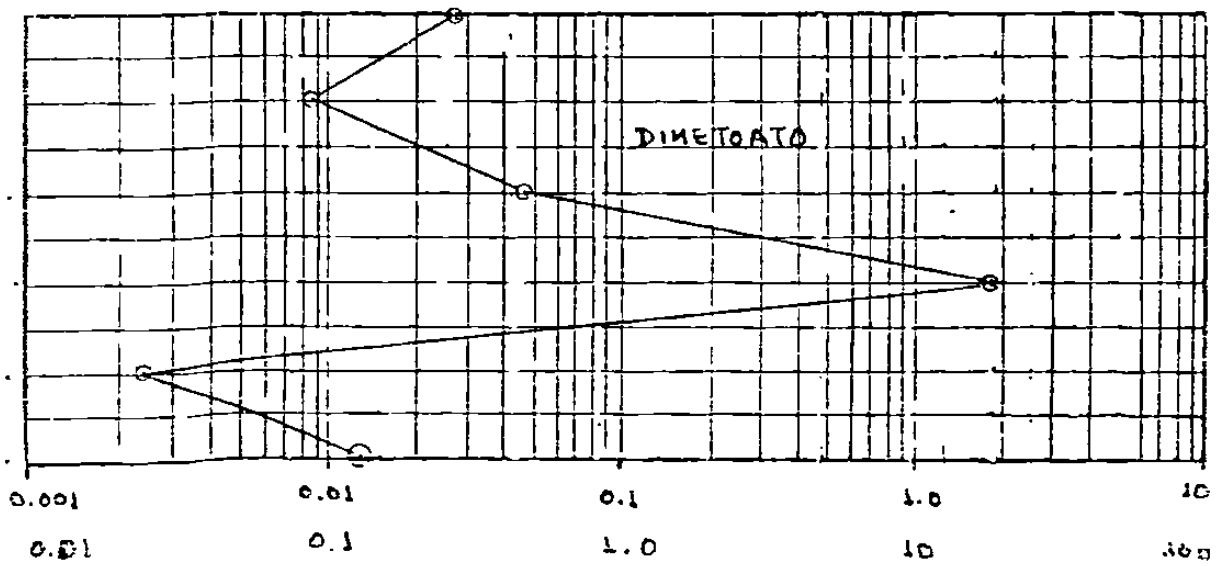
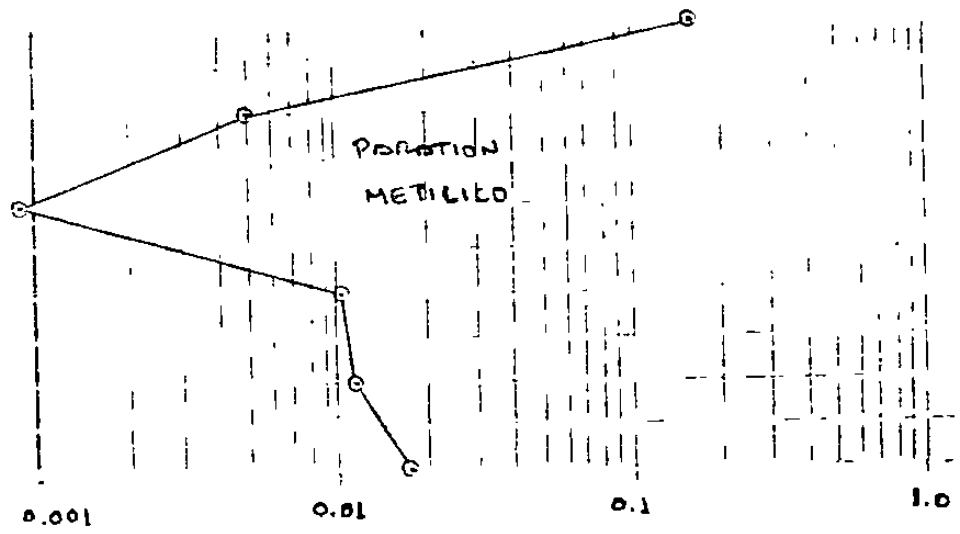
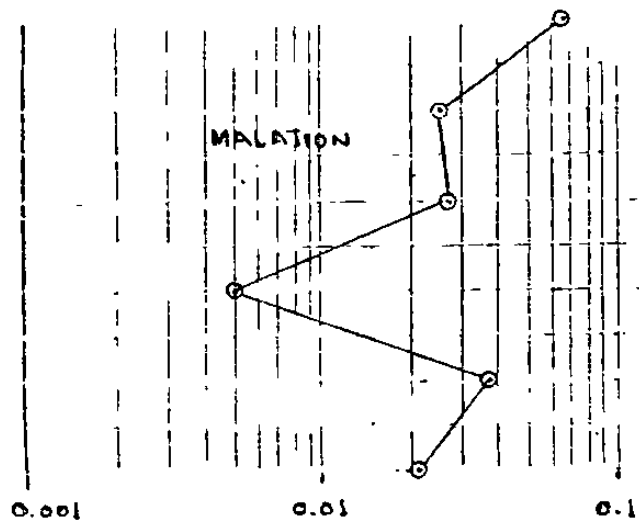
* PROHIBIDOS POR EPA Y OMS PARA SU USO.

*) CLASIFICADOS DENTRO DE LA DECENA SUCIA POR OMS.

FIG. No. 8.- VARIABILIDAD DE LOS PLAGUICIDAS CON EL TIEMPO.







CARACTERISTICAS PARTICULARES DE LOS PLAGUICIDAS ENCONTRADOS. (42,43)

ACEFATE

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida sistémico y de contacto.

Fue formulado en 1969 por Chevron Chemical Co. y desarrollado en Japón por Hokko Chemical Co. y Takeda Chemical Co.

Se ubica en la categoría toxicológica como ligeramente peligroso. Es moderadamente persistente y de lo único que se tiene conocimiento es que es tóxico a las abejas.

En lo que se refiere a los efectos adversos a la salud, se cita que puede ser mutagénico. LD_{50} = 866 mg/Kg.; IDA = 0.0005 mg/Kg.

CLORPIRIFOS

Es un compuesto usado como insecticida de contacto y fue desarrollado por The Dow Chemical Co. en 1965.

Se ubica en la categoría toxicológica como moderadamente peligroso; es tóxico a peces, aves y crustáceos. Se ha encontrado que es irritante dérmico. LD_{50} = 135 mg/Kg.; IDA = 0.001 mg/Kg.

DIAZINON

Es un compuesto organofosforado, utilizado como insecticida acaricida de contacto y fue desarrollado en 1956 por Ciba-Geigy Co., también es fabricado por Velsicol Chemical Co.. Se clasifica como moderadamente peligroso en lo que se refiere a su categoría toxicológica. Es poco persistente.

Presenta efectos adversos al ambiente, siendo tóxico a aves y abejas.

Los efectos adversos a la salud que presenta son: Irritante, dérmico, ocular y de mucosa y es tóxico al estómago. LD_{50} = 300 mg/kg.; IDA = 0.02 mg/kg.

DIMETOATO

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida-acaricida de contacto y sistémico.

Fué formulado por la American Cyanamid Co. en 1956; también es producido por Montecatini de Italia, BASF, Celamerck y Thompson Hayward Chemical Co.

Se clasifica como moderadamente peligroso, es poco persistente, no presenta efectos adversos al ambiente y es un irritante dérmico y de mucosa. $LD_{50} = 150 \text{ mg/Kg.}$; IDA = 0.002 mg/Kg.

ENDOSULFAN

Es un compuesto organohalogenado, usado como insecticida-acaricida de contacto.

Fué desarrollado en Alemania por Hoechst Ag, y autorizado para su distribución en E.U.A. a FMC Co. También ha sido formulado por otras compañías.

Se clasifica como moderadamente peligroso, es medianamente persistente.

Entre los efectos adversos al ambiente se menciona que es tóxico a peces y a abejas.

Entre los efectos adversos a la salud se menciona que es irritante dérmico y de mucosa. $LD_{50} = 80 \text{ mg/Kg.}$; IDA = 0.0075 mg/Kg.

ETION

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida-acaricida de contacto y presenta efectos residuales relativamente largos.

Fué formulado en 1959 por FMC Corp.

Se clasifica como moderadamente peligroso, poco persistente, y es tóxico a peces, aves y vida silvestre y los efectos nocivos a la salud que origina son: Irritación dérmica y de mucosas, puede ser teratogénico y mutagénico. $LD_{50} = 70 \text{ mg/Kg.}$; IDA = 0.001 mg/Kg.

MALATION

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida de contacto.

Fué producido en 1950 por la American Cyanamid Co., también ha sido producido por la Sumitomo Chemical Company de Japón.

Se clasifica como moderadamente peligroso dentro de la categoría toxicológica y es poco persistente.

Los efectos adversos al ambiente que presenta son: Tóxico a peces y abejas.

Los efectos adversos a la salud que origina son: Irritación dérmica, de mucosas y del tracto respiratorio. $LD_{50} = 1375$ mg/Kg.; IDA = 0.02 mg/Kg.

METAMIDOFOS

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida-acaricida sistémico residual.

Fué formulado en 1967 por Chevron Chemical Co. Ortho División.

También la Bayer AG de Alemania a través de Mobay Chemical Co. para desarrollarlo y venderlo en los E.U.A.

Dentro de la categoría toxicológica, se clasifica como altamente peligroso, es poco persistente.

Efectos adversos al ambiente: Tóxico para abejas, pájaros y otra forma de vida silvestre.

Efectos adversos a la salud: Irritante dérmico y del tracto respiratorio. $LD_{50} = 30$ mg/Kg.; IDA = 0.002 mg/Kg.

NALED

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida de contacto e ingestión, con un efecto residual corto.

Fué formulado y desarrollado por Chevron Chemical Co., en 1956.

Dentro de la categoría toxicológica, se ubica como moderadamente peligroso; es poco persistente.

Efectos adversos al ambiente: Tóxico para abejas.

Efectos adversos a la salud: Irritante dérmico.

$LD_{50} = 430$ mg/Kg.; IDA = no determinada.

OMETOATO

Es un compuesto organofosforado, usado como insecticida-acaricida de carácter sistémico.

Fué desarrollado por Bayer AG de Alemania, en 1965. Dentro de la categoría toxicológica, se ubica como altamente peligroso; es medianamente persistente.

Efectos adversos al ambiente: Tóxico para abejas.

Efectos adversos a la salud: Irritante dérmico.

LL₅₀ = 50 mg/Kg.; IDA = 0.0005 mg/kg.

PARATION METILICO

Es un compuesto organofosforado usado como insecticida-acaricida de contacto e ingestión muy efectivo.

Fué formulado por Bayer AG de Alemania. En los E.U.A., los principales productores son Monsanto Company y Kerr McGee.

Su categoría toxicológica es extremadamente peligroso; es ligeramente persistente.

Efectos adversos al ambiente: Extremadamente tóxico para animales de sangre caliente (mamíferos y aves).

Efectos adversos a la salud: Extremadamente peligroso por inhalación, ingestión y de rápida absorción por la piel.

LD₅₀ = 14 mg/Kg.; IDA = 0.02 mg/Kg.

BHC (HEXACLOROBENCENO)

Es un compuesto organohalogenado, usado como insecticida fumigante de contacto, con efecto residual relativamente largo.

Fué formulado y desarrollado por Chevron Chemical Company, y ICI de Inglaterra en 1946. También es producido por Woolfolk Chemical Co., Hooker Chemical Co. y Celamerck.

Dentro de la categoría toxicológica, se clasifica como altamente peligroso. Es altamente persistente.

Efectos adversos al ambiente: Tóxico a peces y a abejas.

Efectos adversos a la salud: Irritación de la piel inmediata, por la facilidad de absorción.

ENDRIN

Es un compuesto organoclorado usado como insecticida de contacto y de ingestión.

Fué autorizado por J. Hayman y Co. para ser manufacturado por la Shell Chemical Company and Velsicol Chemical Co. en 1950.

Dentro de la categoría toxicológica, se ubica como extremadamente tóxico, es altamente persistente.

Entre los efectos adversos al ambiente, se menciona que es extremadamente tóxico a peces y otras formas de vida acuática.

Los efectos adversos a la salud: Es irritante dérmico, por su facilidad de absorción. $LD_{50} = 7 \text{ mg/Kg}$.

CAPITULO VII

Con base a la investigación realizada y al análisis de los resultados obtenidos, se hacen las siguientes conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES:

- 1.- El uso de plaguicidas organoclorados tiende a disminuir notablemente, siendo sustituidos por los compuestos organofosforados.
- 2.- A pesar de las restricciones y prohibiciones para el uso de los compuestos organoclorados, éstos siguen usandose, obviamente -- haciendo caso omiso a las normas establecidas, como es el caso del Endrin y el BHC.
- 3.- De los compuestos encontrados en los análisis se detectó que el 75% corresponde a plaguicidas organofosforados y el 25% restante corresponde a organoclorados, señalándose la tendencia a la baja del uso del segundo grupo.
- 4.- De acuerdo a la presencia tan constante de algunos compuestos encontrados, se asume que esto se debe a la variabilidad de cultivos que se autorizan en un mismo ciclo agrícola, por lo que existen algunos plaguicidas que por su efectividad se utilizan descuidando el período de residualidad, sin que se presente la discontinuidad en las aplicaciones, como el caso del Endosulfar y Malation.
- 5.- Que los compuestos encontrados, en su mayoría son poco persistentes, les siguen los medianamente persistentes y por último los altamente persistentes, de acuerdo a los siguientes porcentajes, 50%, 33% y 9% respectivamente, correspondiendo el 8% restante al Paration Metilico el cual es ligeramente persistente.

- 6.- De acuerdo a su toxicidad, se concluye que la mayoría de los -- compuestos son moderadamente tóxicos, siguiéndoles los altamente tóxicos y por último los extremadamente tóxicos, con los siguientes porcentajes 58%, 25% y 9% respectivamente, correspondiendo el 8% restante al Acefate el cual, es ligeramente tóxico.
- 7.- La concentración promedio encontrada en los compuestos Endrin, BHC y Endosulfan fué superior a los límites permitidos por EPA.
- 8.- Por el uso masivo de compuestos organofosforados se observó el fenómeno de Eutrificación, manifestándose por el crecimiento y desarrollo de lirio acuático, principalmente en las estaciones 2 y 3.

RECOMENDACIONES:

Debido al peligro potencial que encierra su uso inadecuado, tanto para las personas que se encuentran en contacto directo con los plaguicidas, como para el ambiente en general, se considera importante hacer las siguientes recomendaciones:

- 1.- Que el empleo de los productos agroquímicos esté debidamente regido por una reglamentación efectiva, real y aplicable.
- 2.- Que se considere a esta forma química de control de plagas simplemente un complemento de otros métodos que puedan ser tan efectivos, pero menos riesgosos.
- 3.- Que se autorice el empleo de sustancias químicas solo cuando el nivel de la población de plagas lo requiera, y siempre y cuando no existan otras posibilidades de control, como por ejemplo, el control biológico, control cultural, rotación de cultivos.
- 4.- Que los organismos responsables de la autorización de los plaguicidas, realicen programas educacionales extensivos a todos los niveles para enseñar a los usuarios los métodos óptimos de control y prevención, sin lesionar intereses económicos, de salud pública y los recursos naturales del país.
- 5.- Que las dependencias responsables de la salud pública, lleven a cabo estudios de epidemiología que permitan de alguna manera estimar los efectos al humano relacionados con el uso de los plaguicidas.
- 6.- Que el agua que es utilizada para uso doméstico, como es el caso de la estación No. 3, sea debidamente tratada para hacerla óptima para su uso.

7.- Que se brinden facilidades por parte de los organismos interesados en el buen uso y control de los plaguicidas para llevar a cabo conjuntamente con las universidades de la región, estudios relacionados con los mismos.

- 15.- Wade W.O. "Clasificación de los plaguicidas y su tipo de acción" Battle Creek, Centro para el desarrollo de profesionales, S.A. 24-27.
- 16.- Uribe V. M. 1978. "Muestreo de productos agrícolas para la determinación de residuos de plaguicidas". Memorias 1er. -- Congreso Nacional sobre problemas ambientales. 1097-1098.
- 17.- García M. E. 1978. "Contaminación de suelos por plaguicidas". Memoria 1er. Congreso Nacional sobre problemas ambientales. 1059.
- 18.- Carrasco D. J. M., Yufera E. P. 1976. "Química Agrícola ---- Plaguicidas y Fitorreguladores". 1a. Edición. Ed. Mexicana, S.A.
- 19.- Edward, C.A. 1973. "Environmental Pollution by Pesticides" Ed. Plenum Press, N. York. 1-9.
- 20.- Westlake, W. E. y Gunther, F. A. 1979. "Occurrence and mode of introduction of pesticides in the environment". Ed. por R.F. Gould. Cap. 9, 110-115; Aduances in Chemistry series - No. 60, Acs Publications. Washington, D.C.
- 21.- Middeltem, V. 1970. "Fate and persistence of organic pesticides in the Environment", Editada por R. F. Gould. Cap. 19, 228-249, Adrances in Chemistry series No. 60, ACS. Publications, Washington, D.C.
- 22.- Yufera E. P. y Carrasco J. M. 1980. "Productos para el campo y propiedades de los alimentos. Tomo II, Capítulo I, 1, 21. Alhambra, 2a. Edición España.
- 23.- Arenas, F. V. 1973. "Resultados e implicaciones de un estudio experimental sobre la productividad y la contaminación del mar", memoria de la primera reunión nacional sobre Problemas de la Contaminación Ambiental, Vol. I, 419.
- 24.- Bridges, W. R. y Andrews, A. K., 1961. "Efectos of DDT ---- Spray on Fish and wildlife acuatc insects in Gallatin river drainage in Montaña", U.S. Fish and Wildlife Service -- Special Scientific Report Fisheries, No. 391, 1-4, - - - - Washington, D. C.
- 25.- Loosanoff, V.L. 1960, "Some effects of pesticides on marine Arthropods and Molusks". The Robert A. Taff Sanitary Engineering Center Technical Report, W. 60-3; P. 89-93 - - - - Washington, D.C.

- 26.- Loosanoff, V. L., 1947, "Effects of DDE upon setting, growth and survival of oysters", *Fishing Gazette*, No. 64, pp. 1-10.
- 27.- Davis, H.C. 1960, "Effects of some pesticides on eggs and larvae of oysters and clams", *Proc. of The National Shell Fisheries Association* No. 51; Washington, D. C.
- 28.- Delgado, E.J., 1987, "Evaluación de residuos de plaguicidas en mortalizas de Estado de Sinaloa. Tesis.
- 29.- Grob, L. Robert, 1977, "Modern practice of gas Chromatography" A. Wiley-Interscience Publications, John Wiley and son
- 30.- Wood, W. Keenan, C. D. Bull W., 1978, "Química General" Harper y Row Publishers Inc. P. 237
- 31.- Simmons, H.J. y Patton, J.U. 1957, "Improved gas Chromatographic Systems for Determining Organochlorine Pesticides Residues in Wildlife". *J. Chrom.*, Vol. 27, 253-255.
- 32.- OPS, OMS, 1986: "Plaguicidas. prevención de riesgos en su uso". Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 2a. Edición.
- 33.- Armienta, A. V., 1974, "Evaluación preliminar de la contaminación de residuos de plaguicidas organoclorados en el sistema de drenaje del Distrito de Riego No. 10, del Estado de Sinaloa". Tesis.
- 34.- Arias, V.M. "Exámen breve de algunos métodos analíticos para la determinación de plaguicidas en alimentos", *Rev. Industria Alimentaria*.
- 35.- Vázquez, G.F. y Fernández G., 1987. "Evaluación del problema de la contaminación en zonas costeras". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
- 36.- Turk, A. Turk, J., Wirtes, J.T., 1984, "Ecología, Contaminación del medio ambiente". 16a. Edición, Ed. Interamericana.
- 37.- Climer, O.A., 1967, "Plaguicidas, Toxicología, Sintomatología y Terapia". Ed. Oikos-Tem, Barcelona, España.
- 38.- Robinson, J. y Richardson, A., 1963, "The Separation of Chlorinated Insecticides and Related Compounds" *Chem. Ind.* 1450-1461.
- 39.- E.P.A., 1977, "Manual of analytical Methods for the residues in Humans and Environmental Samples. Ed. by Randall A. Watts. Section 11, A 2. 17.

- 40.- E.P.A., 1974, "Manual of Analytical Methods for The Analysis of Pesticides Residues in Humans and Environmental Samples". ~~Division de Toxicología Ambiental. Section 3, P.9.~~
- 41.- Nilda A.G.G. y Jauge P., 1985, "Nociones básicas de Toxicología", Centro Panamericano de Ecología Humana y de Salud. OPS, OMS. P.5.
- 42.- Thomson, W.I., 1985, "Agricultural Chemical", Book 1, INSECTICIDES.
- 43.- Diario Oficial de la Federación, 1988. "Catalogo Oficial de Plaguicidas", Tomo CDXIV, No. 10, Secciones 1-3.

